



TUGAS AKHIR - TJ 141502

SEGMENTASI TEKS NASKAH KUNO YANG LAPUK MENGUNAKAN *ADAPTIVE LOCAL THRESHOLDING*

Kiki Fatimah
NRP 07211440000002

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Yoyon K. Suprpto, M.Sc.
Muhtadin, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TJ 141502

BRITTLE ANCIENT DOCUMENT SEGMENTATION USING ADAPTIVE LOCAL THRESHOLDING

Kiki Fatimah
NRP 07211440000002

Advisors
Prof. Dr. Ir. Yoyon K. Suprpto, M.Sc.
Muhtadin, ST.,MT.

DEPARTEMENT OF COMPUTER ENGINEERING
Faculty of Electrical Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

Segmentasi Teks Naskah Kuno yang Lapuk Menggunakan *Adaptive Local Thresholding*

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Kiki Fatimah (NRP: 07211440000002)

Tanggal Ujian : 28 Juni 2018

Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

Prof. Dr. Ir. Yoyon K. Suprpto, M.Sc.
NIP: 195409251978031001

(Pembimbing I)

Muhtadin, ST., MT.
NIP: 198106092009121003

(Pembimbing II)

Eko Pramunanto, ST., MT.
NIP: 196612031994121001

(Penguji I)

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
NIP: 196907301995121001

(Penguji II)

Arief Kurniawan, ST., MT.
NIP: 197409072002121001

(Penguji III)

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
NIP: 196907301995121001

TEKNIK KOMPUTER

PERNYATAAN KEASLIAN

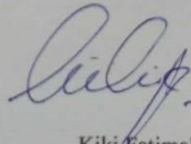
TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Segmentasi Teks Naskah Kuno yang Lapuk Menggunakan Adaptive Local Thresholding**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2018



Kiki Fatimah

NRP. 07211440000002

Abstrak

Nama Mahasiswa : Kiki Fatimah
Judul Tugas Akhir : Segmentasi Teks Naskah Kuno yang Lapuk
Menggunakan *Adaptive Local Thresholding*
Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Yoyon K. Suprpto, M.Sc.
2. Muhtadin, ST.,MT

Naskah kuno harus dijaga keutuhan dan keasliannya karena didalamnya terdapat banyak informasi yang penting yang ditulis oleh pemikir terdahulu. Naskah tersebut biasanya disimpan di perpustakaan dan museum dalam waktu jangka yang lama. Karena hal tersebut, tentunya ada beberapa naskah yang sudah tidak utuh dan mengalami kerusakan – kerusakan dikarenakan kertas yang sudah tua sehingga mengalami kelapukan. Oleh karena itu, pencegahan perlu dilakukan. Salah satunya dengan cara mengubah naskah kuno menjadi citra digital yang diperoleh dengan menangkap citra dengan kamera. Akan tetapi, ketika sebuah naskah kuno telah menjadi citra digital, *noise* yang ada pada kertas pun akan ikut terlihat. Untuk itu, perlu adanya segmentasi citra. Segmentasi citra pada naskah kuno memiliki banyak metode salah satunya dengan menggunakan metode *local adaptive thresholding*. Segementasi merupakan proses untuk memisahkan sebuah objek dari *background* atau latar.. Penelitian ini menggunakan lima data uji dan metode yang digunakan yaitu metode mean-c, metode sauvola dan metode niblack.. Dilakukan pula pengujian pengukuran evaluasi dengan menggunakan MSE dan PSNR berbasis *ground-truth*. Dari ketiga metode tersebut, pada evaluasi visual Metode Sauvola dan Metode Mean-C menghasilkan hasil yang baik dan sedangkan Metode Niblack banyak meninggalkan *noise*. Rata – rata pengukuran MSE dan PSNR dari kelima data dari Metode Mean-c adalah 2813,71 dan 75,58 dB, hasil dari MSE dan PSNR Metode Sauvola sebesar 3308,16 dan 70,152 dan terakhir uji Metode Niblack menghasilkan MSE dan PSNR sebesar 8998,51 dan 45,99 dB.

Kata kunci : Segmentasi Naskah kuno, Naskah yang Lapuk, *Local Adaptive Thresholding*, Pengolahan Citra Digital

Halaman ini sengaja dikosongkan

Abstract

Name : Kiki Fatimah
Title : *Brittle Ancient Document Segmentation
Using Adaptive Local Thresholding*
Advisors : 1. Prof. Dr. Ir. Yoyon K. Suprpto, M.Sc.
2. Muhtadin, ST.,MT

The ancient manuscripts must be preserved wholeness and authenticity because in them there is much important information written by earlier thinkers. The manuscripts are usually kept in libraries and museums for long periods of time. Because of this, of course there are some manuscripts that are not intact and suffered damages due to paper that is old. Therefore, prevention needs to be done. One of them by turning the ancient script into a digital image obtained by capturing the image with the camera. However, when an ancient manuscript has become a digital image, the noise on the paper will also be visible. For that, the need for image segmentation. Image segmentation in ancient script has many methods one of them by using local adaptive thresholding method. Segementation is the process of separating an object from background. This research uses five test data and the method used is Mean-C Method, Sauvola Method and Niblack Method. The evaluation using MSE and PSNR based on ground-truth. Of the three methods, the visual evaluation of the Sauvola Method and the Mean-C Method are good results and the Niblack Method still left much noises. The average measurements of MSE and PSNR from the five data from the Mean-c Method are 2813,71 and 75,58 dB, the results of MSE and PSNR Sauvola Methods are 3308.16 and 70,152 and the last test of the Niblack Method of MSE and PSNR are 8998, 51 and 45.99 dB.

Keywords : Ancient Document Segementation, Brittle Ancient Document, Local Adaptive Thresholding, Image Processing

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala kelimpahan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **Segmentasi Teks Naskah Kuno Yang Lapuk Menggunakan *Local Adaptive Thresholding***.

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan tugas akhir di Departemen Teknik Komputer ITS, Bidang Studi Telematika, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis Wiyanti dan Waskito serta Kakak Rina Pertiwi yang telah memberikan dorongan baik spiritual maupun material dalam penyelesaian buku penelitian ini
2. Bapak Kepala Departemen Teknik Komputer Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST.,MT.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Supratpto M.Sc. dan Bapak Muhtadin, ST.,MT selaku dosen pembimbing, atas dukungan dan bimbingan selama mengerjakan penelitian.
4. Bapak-ibu dosen pengajar serta staff Departemen Teknik Komputer atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Pihak Museum Mpu Tantular, Sidoarjo – Jawa Timur atas kerjasama dan koordinasinya yang telah mendukung dalam pengambilan data uji.
6. Beasiswa Bidik Misi dan IKA ELITS yang telah memberikan dukungan biaya studi sarjana.
7. Ela, Izza, Thalia teman buat awal pengkaderan dan lumayan sering direpotin pada waktu jadi mahasiswa baru dan juga izza dan huma menemani pengambilan data secara mendadak. Desanti, Nonik yang selalu menemani bimbingan. Silvia teman SMA yang ditumpangin buat ngeprint.
8. Teman – teman e54 dan senior yang sedikit banyak membantu menyelesaikan buku ini dan
9. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, 7 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
<i>Abstract</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOMENKLATUR.....	xvii
1 BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	1
1.3 Tujuan.....	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
2 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Naskah Kuno	6
2.2.1 Contoh Kerusakan yang terjadi pada Naskah Kuno	7
2.3 Model Warna RGB	7
2.4 Model Warna <i>Grayscale</i> (Keabuan)	8
2.5 Segmentasi Citra	8
2.6 Binerisasi Citra	9
2.7 <i>Adaptive Thresholding</i>	9
2.7.1 <i>Global Thresholding</i>	9

2.7.2	<i>Local Thresholding</i>	10
2.8	Metode Niblack	10
2.9	Metode Sauvola	10
2.10	Metode Mean-c	11
2.11	Simpangan Baku (Standard Deviasi)	11
2.12	Pengukuran Evaluasi	11
2.13	Ground-truth	12
2.14	Metode Pembuatan <i>Ground-truth</i>	12
2.15	Mean Square Error (MSE)	14
2.16	<i>Peak Signal-to-Noise-Ratio</i> (PSNR)	14
3	BAB 3 DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	15
3.1	Desain Sistem	15
3.2	Implementasi Sistem	16
3.2.1	Citra Awal Naskah Kuno	16
3.2.2	Pengubahan Model Warna	17
3.3	Adaptive Thresholding	18
3.3.1	Metode Mean-C	18
3.3.2	Metode Sauvola	21
3.3.3	Metode Niblack	22
3.4	Pengukuran Evaluasi	24
4	BAB 4 HASIL DAN PENGUJIAN	25
4.1	Hasil Penelitian	25
4.1.1	Pengumpulan Data	25
4.1.2	Pengubahan Model Warna	27
4.1.3	Penerapan Local Adaptive Thresholding	28
4.1.3.1	Metode Mean-c	28

4.1.3.2	Metode Sauvola	29
4.1.3.3	Metode Niblack	30
4.2	Pengukuran Evaluasi.....	31
4.3	Evaluasi Data Secara Visual	32
4.3.1	Metode Mean-C	32
4.3.2	Metode Sauvola.....	34
4.3.3	Metode Niblack	36
4.4	Percobaan Variasi Ukuran Window pada Mean-C	37
4.4.1.	Evaluasi Visual pada Variasi Ukuran Window	37
4.4.1.1	Metode Mean-C.....	37
4.4.1.2	Metode Sauvola	39
4.4.1.3	Metode Niblack	41
4.5	Evaluasi Berbasis Ground- <i>truth</i> pada Variasi Ukuran Window	43
4.5.1	Metode Mean-C	43
4.5.1.1	Data Pertama	43
4.5.1.2	Data Kedua	45
4.5.1.3	Data Ketiga.....	47
4.5.1.4	Data Keempat	49
4.5.1.5	Data Kelima.....	51
4.5.2	Metode Sauvola.....	53
4.5.2.1	Data Pertama	53
4.5.2.2	Data Kedua	54
4.5.2.3	Data Ketiga.....	55
4.5.2.4	Data Keempat	56
4.5.2.5	Data Kelima.....	57
4.5.3	Metode Niblack	58

4.5.3.1	Data Pertama	58
4.5.3.2	Data Kedua.....	59
4.5.3.3	Data Ketiga	60
4.5.3.4	Data Keempat.....	61
4.5.3.5	Data Kelima	62
4.6	Percobaan Ukuran C pada Metode Mean C.....	63
4.6.1	Data Pertama.....	63
4.6.2	Data Kedua	64
4.6.3	Data Ketiga	65
4.6.4	Data Keempat	66
4.6.5	Data Kelima	67
4.7	Percobaan Ukuran k pada Metode Sauvola	68
4.7.1	Data Pertama.....	68
4.7.2	Data Kedua	68
4.7.3	Data Ketiga	69
4.7.4	Data Keempat	69
4.7.5	Data Kelima	70
5	BAB 5 PENUTUP	71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	72
	DAFTAR PUSTAKA	73
	LAMPIRAN	75
	BIOGRAFI PENULIS	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Naskah Kuno	6
Gambar 2.2 Kerusakan yang terjadi pada naskah kuno : (a) bercak kemerahan (b) kertas yang berlubang (c) serat kertas yang lapuk (d) tinta yang tertembus dari haliman sebaliknya	7
Gambar 2.3 Skema warna RGB dalam kubus[5]	8
Gambar 2.4 Pembuatan <i>Ground-truth</i>	13
Gambar 3.1 Blok diagram penelitian	15
Gambar 3.2 Pemotongan Daerah Pada Kertas Naskah Kuno, (a) citra awal sebelum pemotongan dan (b) Sesudah Pemotongan.....	16
Gambar 3.3 Pengubahan Model Warna (a) RGB (b) Grayscale.	17
Gambar 3.4 <i>Flow Chart</i> Proses Metode Mean-C.....	19
Gambar 3.5 <i>Flow Chart</i> MSE	20
Gambar 3.6 <i>Flow chart</i> Proses Metode Sauvola.....	21
Gambar 3.7 <i>Flow chart</i> Proses Metode Niblack.....	23
Gambar 4.1 Data Uji: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima.....	26
Gambar 4.2 Hasil Grayscale (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima.....	27
Gambar 4.3 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Mean C pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima.....	28
Gambar 4.4 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Sauvola pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima.....	29
Gambar 4.5 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Niblack pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima.....	30
Gambar 4.6 <i>Ground-truth</i> data uji ke (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 (e) 5	31

Gambar 4.7 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Mean C pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima	33
Gambar 4.8 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Sauvola pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima	35
Gambar 4.9 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Niblack : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima	36
Gambar 4.10 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Mean-c dengan Ukuran <i>window</i> 71 x 71 : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima	38
Gambar 4.11 Hasil Segmentasi Percobaan <i>window</i> Menggunakan Metode Sauvola dengan : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima	40
Gambar 4.12 Hasil Segmentasi Percobaan <i>window</i> Menggunakan Metode Niblack dengan : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima	42
Gambar 4.13 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Pertama Menggunakan Metode Mean-C	43
Gambar 4.14 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Pertama Menggunakan Metode Mean-C	44
Gambar 4.15 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kedua Menggunakan Metode Mean-C	45
Gambar 4.16 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kedua Menggunakan Metode Mean-C	46
Gambar 4.17 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Mean-C	47
Gambar 4.18 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Mean-C	48
Gambar 4.19 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Keempat Menggunakan Metode Mean-C	49

Gambar 4.20 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Keempat Menggunakan Metode Mean-C	50
Gambar 4.21 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kelima Menggunakan Metode Mean-C	51
Gambar 4.22 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kelima Menggunakan Metode Mean-C	52
Gambar 4.23 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Pertama Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR.....	53
Gambar 4.24 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kedua Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR	54
Gambar 4.25 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR	55
Gambar 4.26 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Keempat Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR	56
Gambar 4.27 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kelima Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR.....	57
Gambar 4.28 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Pertama Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR	58
Gambar 4.29 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kedua Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR	59
Gambar 4.30 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR	60
Gambar 4.31 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Keempat Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR.....	61
Gambar 4.32 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i> Data Uji Kelima Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR	62
Gambar 4.33 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>c</i> Data Uji Pertama Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR	63
Gambar 4.34 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran <i>c</i> Data Uji Kedua Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR	64

Gambar 4.35 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji
Ketiga Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR.....65

Gambar 4.36 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji
Keempat Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR.....66

Gambar 4.37 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji
Kelima Menggunakan Metode Mean-c (a) MSE (b) PSNR67

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Pertama	68
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Kedua	68
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Ketiga	69
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Keempat	69
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Kelima	70

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOMENKLATUR

1. $Th_{(x,y)}$: Nilai ambang pada piksel (x,y) untuk dilakukan pengambangan
2. $\mu_{(x,y)}$: Nilai rata – rata (*Average*) dari pembacaan nilai ketetanggan
3. k : Konstanta pada metode yang digunakan
4. $\sigma_{(x,y)}$: Simpangan baku (standard deviasi) dari pembacaan nilai ketetanggan
5. R : Nilai setengah dari nilai maksimal citra yang digunakan (128 jika 8 bit warna, atau 0.5 jika menggunakan skala warna 0-1)
6. $p(i, j)$: Anggota piksel ketetanggan
7. C : Konstanta pada metode yang digunakan
8. m : Ukuran baris ketetanggan pada analisa nilai ketetanggan
9. n : Ukuran kolom ketetanggan pada analisa nilai ketetanggan
10. MSE : *Mean Square Error*
11. $f(x, y)$: Citra awal sebelum dilakukan proses binerisasi
12. $\hat{f}(x, y)$: Citra hasil setelah dilakukan pemrosesan
13. $PSNR$: *Peak Signal to Noise Ratio*
14. C : Nilai maksimum yang muncul pada citra
15. $gray_{(x,y)}$: Citra hasil pengubahan citra RGB ke *Grayscale*
16. $Bi_{(x,y)}$: Citra hasil binerisasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Naskah kuno atau manuskrip adalah dokumen dalam bentuk apapun yang ditulis dengan tangan atau diketik yang belum dicetak atau dijadikan buku tercetak yang berumur 50 tahun lebih (UU Cagar Budaya No. 5 Tahun 1992, Bab I Pasal 2)[1]. Naskah kuno merupakan suatu bentuk isyarat, simbol, cerita, dan kejadian yang dituangkan dalam bentuk tulisan dan dibuat atau disusun pada zaman dahulu[2]. Naskah kuno pastinya mengandung informasi penting yang ditulis oleh pemikir terdahulu mulai dari sejarah terbentuknya suatu negara, tempat, agama dan masih banyak yang lain. Oleh sebab itu, keaslian naskah menjadi suatu hal yang sangat sakral untuk dijaga. Dari banyak tulisan yang ditulis pada naskah kuno, salah satunya yaitu naskah kuno yang ditulis dengan tulisan jawa.

Untuk sekarang naskah kuno jawa bisa ditemukan di perpustakaan dan museum. Dalam jangka waktu yang lama tentunya akan ada naskah yang sudah rusak karena kertas yang sudah berlubang, terdapat bercak merah karena suatu hal, tinta tembus, kertas yang sudah lapuk ataupun kerusakan – kerusakan lain yang terjadi, padahal informasi yang terkandung di dalamnya harus terjaga. Untuk itu pencegahan harus dilakukan, salah satu yang dapat dilakukan yaitu dengan mengubah naskah kuno jawa menjadi citra digital yang diperoleh dari scanner atau kamera. Hal ini juga dapat mempermudah pembaca dalam mempelajari informasi dalam naskah tersebut. Namun, citra yang sudah dalam bentuk digital masih memiliki noise. Untuk itu, perlu adanya segmentasi citra digital.

1.2 Permasalahan

Naskah kuno yang sudah dalam bentuk citra digital masih memiliki *noise*, contohnya kertas yang sudah lapuk sehingga dapat mengurangi kejelasan tulisan dalam naskah.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan segmentasi teks naskah kuno yang mengalami pelapukan menggunakan metode *local adaptive thresholding*. Sehingga dihasilkan citra yang mempunyai objek

tulisan berwarna hitam dan latar naskah kuno yang lapuk tersebut dihilangkan menjadi berwarna putih. Dengan menerapkan ketiga metode akan dilakukan analisa terkait metode apa yang menghasilkan hasil terbaik. Dan dilakukan pengukuran evaluasi dengan menggunakan MSE dan PSNR.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Dalam tugas akhir ini naskah diperoleh dari museum Mpu Tantular.
2. Kerusakan naskah kuno yang dijadikan bahan penelitian adalah kerusakan karena serat kertas yang sudah lapuk yang berjumlah 5 buah citra.
3. Metode yang digunakan yaitu (Metode Mean-C, Metode Sauvola Dan Metode Niblack).
4. Dilakukan percobaan variasi ukuran *window* pada Metode Mean-C, Metode Sauvola Dan Metode Niblack.
5. Pada Metode Mean-c dilakukan uji variasi c.
6. Pada Metode Suvola dilakukan uji variasi k.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian Tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu:

1. BAB I Pendahuluan
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan dan metodologi penelitian.
2. BAB II Dasar Teori
Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu informasi terkait metode thresholding, model warna, binerisasi citra dan teori-teori penunjang lainnya.

3. BAB III Perancangan Sistem dan Implementasi

Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan dan langkah-langkah data diolah hingga menghasilkan data klasifikasi yang diinginkan. Guna mendukung itu digunakan blok diagram atau *work flow* agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.

4. BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap data dan analisisnya. Beberapa metode local thresholding terhadap naskah kuno akan ditunjukkan hasilnya pada bab ini dan dilakukan analisa terhadap hasil yang didapatkan.

5. BAB V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk pengembangan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Pada tabel 2.1 merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

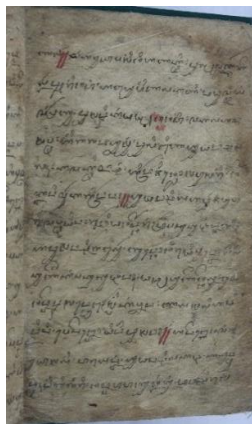
Nama Peneliti	Judul Penelitian	Penelitian
Susijanto Tri Rasmana	Segmentasi Huruf Pada Prasasti Tembaga Kuno Menggunakan Metode <i>Thresholding</i> Berbasis Tekstur	Yaitu memisahkan pahatan huruf dari media prasasti menggunakan ekstraksi tekstur dengan metode FO dan GLCM. Deteksi menggunakan SVM. Segmentasi menggunakan metode Gtex <i>Thresholding</i> .
Yogi Dwi Mahandi	Binerisasi Naskah Kuno Menggunakan <i>Local Adaptive</i> <i>Thresholding</i>	Masalah naskah kuno yang memiliki kerusakan tembusan tinta dari halaman sebaliknya. Metode Usulan dari penulis memperoleh urutan pertama jika dibandingkan dengan metode Otsu,

		Bernsen, Niblack, Sauvola, Phansalkar dan Singh.
Ni Putu Sutramiani, I Ketut Gede Darma Putra, Made Sudarma	Local Adaptive Thresholding Pada <i>Preprocessing</i> Citra Lontar Aksara Bali	Peningkatan kualitas citra untuk menghapus <i>noise</i> yang ada pada citra dengan melakukan <i>thresholding</i> .

2.2 Naskah Kuno

Naskah kuno (manuskrip) adalah warisan kebudayaan nenek moyang yang memiliki nilai yang sangat penting. Naskah kuno banyak terdapat di Indonesia, yang ditulis dengan berbagai macam bahasa dan aksara. Sebagian besar naskah masih tersimpan serta dimiliki oleh masyarakat setempat.

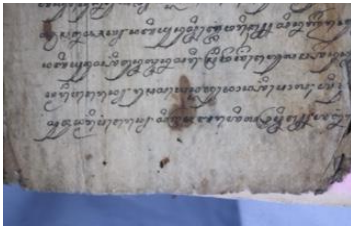
Salah satu jenis naskah kuno yang ada yaitu naskah kuno yang ditulis dengan aksara jawa. Sastra Jawa Kuno yang terlestarikan sampai hari ini sebagian besar diturunkan dalam bentuk naskah manuskrip yang telah disalin ulang berkali-kali. Sehingga mereka jarang yang tertulis dalam bentuk asli seperti pada waktu dibuat dahulu, kecuali jika ditulis pada bahan tulisan yang awet seperti batu, tembaga dan lain-lain [3]. Contoh naskah kuno ditunjukkan pada Gambar 2.1.



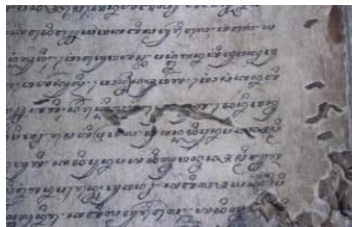
Gambar 2.1 Naskah Kuno

2.2.1 Contoh Kerusakan yang terjadi pada Naskah Kuno

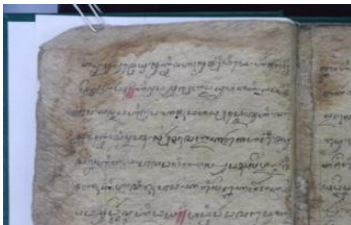
Berikut beberapa contoh kerusakan – kerusakan yang terjadi pada naskah kuno ditunjukkan pada Gambar 2.2.



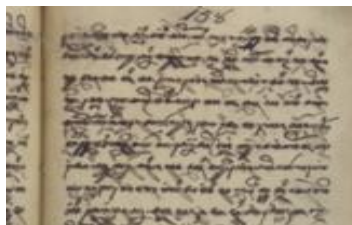
(a)



(b)



(c)



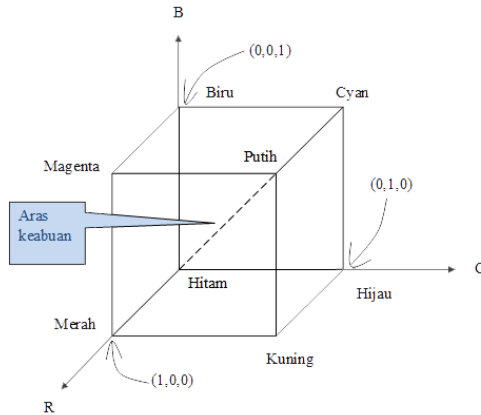
(d)

Gambar 2.2 Kerusakan yang terjadi pada naskah kuno : (a) bercak kemerahan (b) kertas yang berlubang (c) serat kertas yang lapuk (d) tinta yang tertembus dari haliman sebaliknya

2.3 Model Warna RGB

Model warna RGB adalah model warna yang memperlihatkan komponen spectral primary red, green, blue. Model ini didasarkan pada sistem koordinat kartesian. Sub-space warna yang dicari adalah kubus yang ditunjukkan pada Gambar 2.3, dimana nilai RGB pada tiga sudut; cyan, magenta, dan yellow ada pada tiga sudut lain; hitam, adalah origin; dan putih adalah titik yang paling jauh dari origin.

Citra yang dipresentasikan dalam model warna RGB terdiri dari tiga komponen citra, masing- masing untuk setiap warna primer (R,G,B). Jumlah bit yang digunakan untuk mempresentasikan setiap piksel dalam space RGB disebut pixel depth. Dalam kondisi setiap warna piksel RGB mempunyai kedalam 24-bit[4].



Gambar 2.3 Skema warna RGB dalam kubus[5]

2.4 Model Warna *Grayscale* (Keabuan)

Citra grayscale diperoleh dari konversi citra RGB menjadi citra grayscale. Konversi citra grayscale pada (Adobe Systems, 1999) menjelaskan bahwa citra grayscale didapatkan dari citra RGB yang dihitung berdasarkan standart pada video NTSC. Standart ini diambil dari bagaimana cara sinyal warna pada televisi diubah pada televisi hitam-putih.

Model warna keabuan merupakan warna dengan skala 8 bit atau range dengan antara nilai 0 hingga 255. Pengubahan citra dengan grayscale yaitu dengan membagi tiga komposisi warna RGB[6].

2.5 Segmentasi Citra

Segmentasi pada citra digital adalah sebuah proses untuk memisahkan sebuah objek dari *background* atau latar, sehingga objek tersebut dapat diproses untuk keperluan yang lain [7]. Setiap piksel dalam suatu wilayah mirip dengan memperhatikan beberapa karakteristik properti atau dihitung, seperti warna, intensitas, atau tekstur. Daerah yang berdekatan sangat berbeda sehubungan dengan karakteristik yang sama. Metode paling sederhana segmentasi citra disebut metode thresholding.

Metode ini didasarkan pada tingkat klip-(atau nilai ambang batas) untuk mengubah citra gray-scale menjadi citra biner [8].

2.6 Binerisasi Citra

Binerisasi citra merupakan proses pengubahan model warna citra awal ke model warna biner atau hanya dua warna saja, yaitu hitam dan putih atau 0 dan 1. Sebelum melakukan pengubahan model warna ke model warna biner, biasanya citra yang dibutuhkan berupa citra grayscale.

Pembentukan citra biner memerlukan nilai batas keabuan yang akan digunakan sebagai nilai patokan. Piksel dengan derajat keabuan lebih besar dari nilai batas akan diberi nilai 1 dan sebaliknya piksel dengan derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas akan diberi nilai 0. Persamaan 2.1 merupakan rumus binerisasi [4].

$$g_{(x,y)} = \begin{cases} 1, & f_{(x,y)} \geq Th_{(x,y)} \\ 0, & f_{(x,y)} < Th_{(x,y)} \end{cases} \quad (2.1)$$

2.7 Adaptive Thresholding

Dari metode *thresholding* sebuah citra dalam pengubahan model warna ke model biner, *adaptive threshold* merupakan salah satu metode yang sering digunakan, penggunaan *adaptive* dalam hal ini yaitu pencarian atau perhitungan nilai ambang batas untuk setiap area pada sebuah citra. Dimana nilai ambang disetiap lokasi piksel bergantung pada intensitas piksel tetangga. Jadi, akan didapatkan nilai ambang yang berbeda untuk area yang berbeda dari citra yang sama dan itu akan menghasilkan hasil yang lebih baik untuk citra dengan berbagai iluminasi. Ada dua jenis *adaptive threshold* yaitu *global adaptive thresholding* dan *local adaptive thresholding*.

2.7.1 Global Thresholding

Global thresholding yaitu sebuah metode dengan satu nilai ambang misal sebuah citra digital dilambangkan dengan $f(x,y)$ dan nilai pengambangan (*threshold*) dilambangkan dengan T . Nilai T hanya tergantung pada $f(x,y)$. Permasalahan dari *global thresholding* adalah perubahan iluminasi (tingkat nilai terang) yang dibandingkan dengan nilai T yang sama untuk keseluruhan piksel akan menyebabkan bagian tertentu menjadi lebih terang sedangkan bagian lagi menjadi lebih gelap [9].

2.7.2 Local Thresholding

Metode *local thresholding* adalah metode yang nilai pengembangannya bervariasi terhadap variasi lokalnya. Proses untuk mencari nilai ambang tiap piksel, satu – persatu dicari sesuai dengan ciri – ciri nilai ketetanggannya. Metode ini mampu beradaptasi terhadap perubahan iluminasi (tingkat nilai terang). Metode *local thresholding* yaitu Sauvola dan Niblack.[9].

2.8 Metode Niblack

Teknik ini dikembangkan oleh Niblack (1986). Metode Niblack merupakan pencarian nilai ambang berdasarkan rata-rata nilai ketetanggaannya dijumlahkan dengan besar area ketetanggannya dikali standar deviasi nilai ketetanggannya sebagaimana Persamaan 2.2 [10].

$$Th_{(x,y)} = \mu_{(x,y)} + k.\sigma_{(x,y)} \quad (2.2)$$

$$Th_{(x,y)} = \text{nilai ambang piksel } f_{(x,y)},$$

$$\mu_{(x,y)} = \text{rata - rata nilai ketetanggan piksel } f_{(x,y)},$$

$$k = \text{besar area ketetanggan sudah ditetapkan yakni } -0.2,$$

$$\sigma_{(x,y)} = \text{nilai standart deviasi dari ketetanggaannya } f_{(x,y)}.$$

2.9 Metode Sauvola

Mengembangkan dari metode Niblack, Jaakko Sauvola dan Matti Pietikäinen (Sauvola and Pietikäinen, 2000) mengajukan penentuan nilai thresholding menggunakan nilai rata-rata dan standard deviasi. Namun pada metode yang diajukan, ditambahkan faktor pembagi dari setengah nilai maksimal citra (128 jika 8 bit warna, atau 0.5 jika menggunakan skala warna 0-1) yang dikalikan dengan nilai konstanta k yang bernilai positif antara 0.2 – 0.5. Rumus untuk menghitung nilai ambang yaitu sebagaimana persamaan 2.3 [11].

$$Th_{(x,y)} = \mu_{(x,y)} \cdot \left[1 + k \cdot \left(\frac{\sigma_{(x,y)}}{R} - 1 \right) \right] \quad (2.3)$$

k = konstanta rentang $[0.2-0.5]$, dan
 R = dynamic range standard deviation.

2.10 Metode Mean-c

Mean C atau $\mu_{(x,y)}$ pada piksel pusat $f_{(x,y)}$ merupakan penjumlahan dari nilai semua anggota piksel ketetanggaan $p(i,j)$ pada window size $m \times n$ dan dibagi dengan jumlah anggotanya dimana fitur rata-rata ini dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2.4 [12]

$$\mu_{(x,y)} = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p(i, j) - C \quad (2.4)$$

C = konstanta (2,3,4,5,6....)

2.11 Simpangan Baku (Standard Deviasi)

Simpangan baku $\sigma_{(x,y)}$ pada piksel pusat $f_{(x,y)}$ merupakan fitur yang didapat dari mengakarkan nilai variasi yang didapatkan dari pengurangan nilai rata – rata $\mu_{(x,y)}$ dengan nilai tiap anggota ketetanggaan $p_{(i,j)}$ pada ukuran $m \times n$. Jika nilai simpangan baku kecil, hal itu menunjukkan nilai pada suatu kelompok data merata. Nilai simpangan baku dapat dihitung dengan Persamaan 2.5.

$$\sigma_{(x,y)} = \sqrt{\frac{1}{(m \times n) - 1} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |\mu_{(x,y)} - p_{(i,j)}|^2} \quad (2.5)$$

2.12 Pengukuran Evaluasi

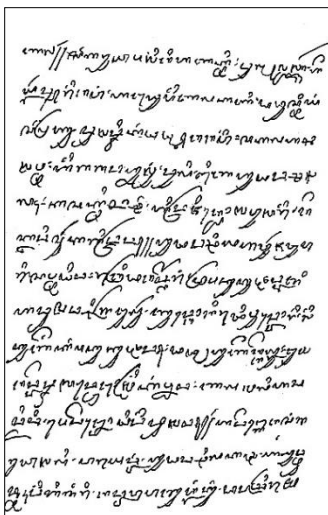
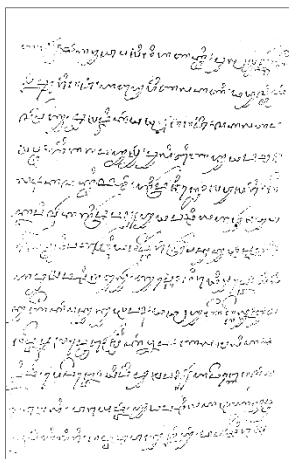
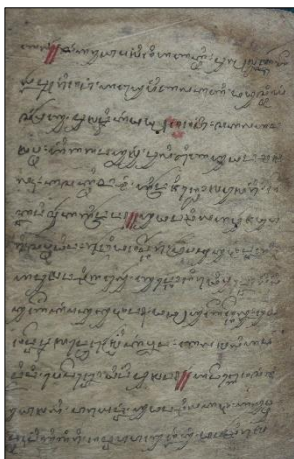
Pengukuran evaluasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar performa dari metode pembandingan didalam binerisasi naskah kuno. Dalam pengukuran ini digunakan beberapa pengukuran yang sering dilakukan pada evaluasi citra biner yang menggunakan ground-truth sebagai citra biner acuannya. Pengukurannya menggunakan mean square error (MSE), Peak-Signal to noise ratio (PSNR). Ground-truth yang digunakan untuk acuan pengkuran dibuat secara manual menggunakan perangkat lunak pengolah gambar.

2.13 Ground-truth

Merupakan citra biner acuan untuk pengukuran sebagai evaluasi. Dibuat dengan cara manual menggunakan perangkat lunak editor pengolah gambar.

2.14 Metode Pembuatan *Ground-truth*

Pembuatan *ground-truth* dilakukan secara manual menggunakan aplikasi pengolahan gambar Photoshop. Langkah pertama adalah naskah yang digunakan dijadikan biner sehingga latar belakang tulisan berwarna putih dan daerah objek (tulisan) berwarna hitam. Hasil yang didapatkan masih terdapat titik – titik hitam disekitarnya, sehingga langkah selanjutnya yaitu menghapus titik – titik tersebut menggunakan tool yang terdapat di photoshop. Penebalan tulisan dilakukan manual di photoshop. Ditunjukkan dengan Gambar 2.4 dan Gambar 2.5 merupakan citra keseluruhan ground truth.



Gambar 2.4 Pembuatan *Ground-truth*

2.15 Mean Square Error (MSE)

Pengukuran evaluasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar performa dari metode usulan beserta metode pembandingan didalam binerisasi naskah kuno. Dalam pengukuran ini digunakan beberapa pengukuran yang sering digunakan pada evaluasi citra biner yang menggunakan *ground-truth* sebagai citra biner acuannya. Pengukuran yang digunakan menggunakan MSE.

MSE adalah rata-rata kuadrat nilai kesalahan antara citra asli dengan citra hasil pengolahan yang secara matematis dapat di rumuskan pada Persamaan 2.6.

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [f(x, y) - \hat{f}(x, y)]^2 \quad (2.6)$$

mn = dimensi gambar

$f(x, y)$ = Intensitas citra asli

$\hat{f}(x, y)$ = Intensitas citra hasil

2.16 Peak Signal-to-Noise-Ratio (PSNR)

PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR biasanya diukur dalam satuan decibel (db). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra cover sebelum dan sesudah disisipkan pesan. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus menentukan nilai MSE. Semakin tinggi nilai PSNR-nya semakin mirip citra tersebut kepada citra acuannya [13]. PSNR dapat dihitung dengan Persamaan 2.7.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{C^2max}{MSE} \quad (2.7)$$

Dimana C^2max adalah nilai maksimum dari nilai piksel.

$$C^2max \leq \begin{cases} 1, double - precision \\ 255, uint8bit \end{cases}$$

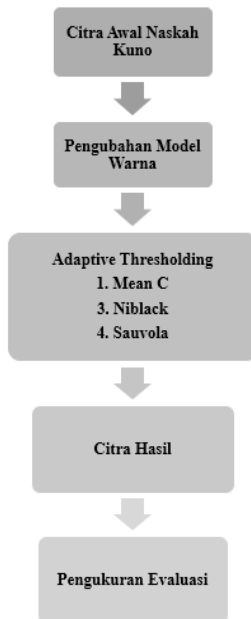
BAB 3

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur dan kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan. Pada bagian implementasi merupakan pelaksanaan teknis untuk setiap blok pada desain sistem.

3.1 Desain Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan citra dengan menggunakan beberapa metode *local adaptive thresholding*. Adapun tahapan proses yang dikerjakan dapat dilihat pada Gambar 3.1



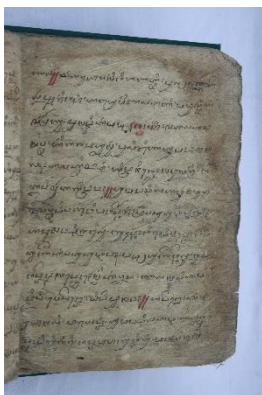
Gambar 3.1 Blok diagram penelitian

Citra awal yaitu citra digital naskah kuno. Penelitian ini menggunakan lima buah data uji. Dilakukan pemotongan pada daerah yang akan digunakan penelitian, yaitu daerah yang merepresentasikan daerah tulisan pada kertas naskah kuno. Pengubahan model warna merupakan langkah awal agar dapat dilakukan thresholding. Citra awal berupa RGB (Red, Green, Blue) yang masih mempunyai 3 buah kanal yang akan diubah menjadi citra grayscale (skala keabuan) yang mempunyai satu buah kanal. Tahapan selanjutnya yaitu penghilangan derau yang muncul pada citra naskah kuno menggunakan Metode Sauvola, Metode Niblack, Metode Gaussian dan Metode Mean-C. Dari citra hasil yang telah didapatkan, dilakukan evaluasi menggunakan *Mean Square Error* untuk mendapatkan seberapa besar keakuratan metode local adaptive threshold dalam mengurangi derau pada citra naskah kuno.

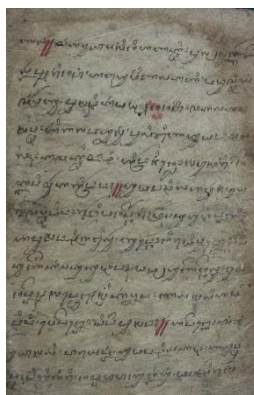
3.2 Implementasi Sistem

3.2.1 Citra Awal Naskah Kuno

Salah satu data uji yaitu citra awal naskah kuno dengan tulisan Jawa ukuran pixel 2592 x 3888, selanjutnya dilakukan pemotongan pada daerah yang akan digunakan penelitian sehingga didapat ukuran pixel 1981 x 3093 ditunjukkan pada Gambar 3.2.



(a)

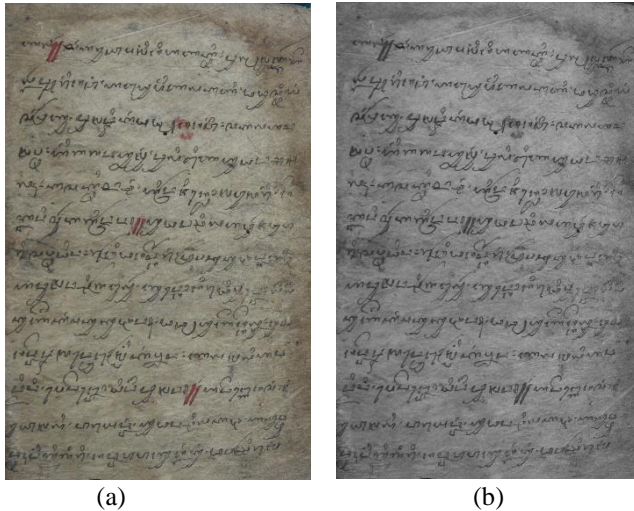


(b)

Gambar 3.2 Pemotongan Daerah Pada Kertas Naskah Kuno, (a) citra awal sebelum pemotongan dan (b) Sesudah Pemotongan

Pemotongan daerah citra dilakukan secara manual menggunakan perangkat lunak pengolah gambar. Adapun tujuan pemotongan citra dilakukan agar citra yang dihasilkan dari *thresholding* ini terfokus hanya pada daerah tulisan.

3.2.2 Pengubahan Model Warna



Gambar 3.3 Pengubahan Model Warna (a) RGB (b) Grayscale.

Pengubahan model warna merupakan langkah awal agar dapat dilakukan *thresholding*. Citra awal berupa RGB (Red, Green, Blue) yang masih mempunyai 3 buah kanal yang akan diubah menjadi citra *grayscale* yang hanya mempunyai 1 buah kanal. Konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R,G,B sehingga dapat dituliskan menjadi persamaan 3.1

$$gray = \frac{R+G+B}{3} \quad (3.1)$$

Ketiga warna dasar akan dijumlahkan kemudian dibagi tiga sehingga didapat nilai rata – rata. Nilai rata – rata akan dipakai untuk memberi warna pada pixel gambar sehingga menjadi warna menjadi *grayscale*.

Gambar 3.3 Hasil pengubahan model warna RGB ke model warna Grayscale.

3.3 Adaptive Thresholding

Setelah pengubahan model warna ke grayscale maka dilakukan pengembangan terhadap citra grayscale $gray_{x,y}$ sehingga mendapatkan citra biner $Bi_{x,y}$ ditunjukkan pada persamaan 3.1. Pengembangan menggunakan Metode Mean-C, Metode Sauvola dan Metode Niblack.

$$Bi_{(x,y)} = \begin{cases} 1, & gray_{(x,y)} \geq Th_{(x,y)} \\ 0, & gray_{(x,y)} < Th_{(x,y)} \end{cases} \quad (3.1)$$

3.3.1 Metode Mean-C

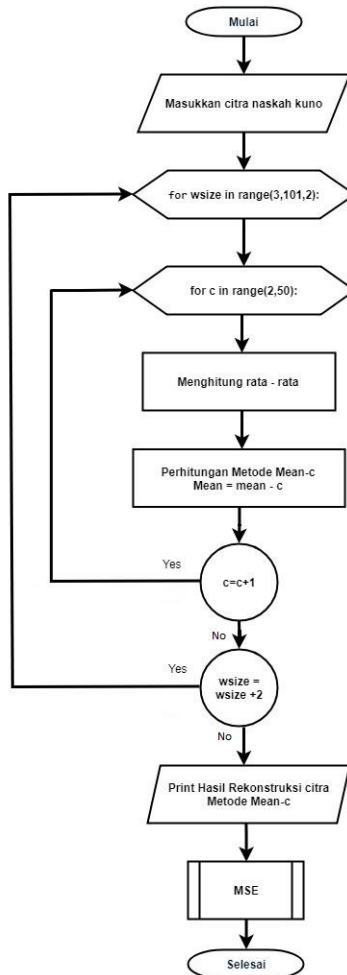
Setelah melakukan pengubahan warna dari RGB ke *grayscale*, selanjutnya penerapan Metode Mean-C. Adapun proses metode Mean-C dapat dilihat pada Gambar 3.4,

Tahapan dari Metode Mean-C sebagai berikut :

1. Data Awal
Citra awal naskah kuno yang akan diolah.
2. Ukuran *Window*
Menentukan besaran ukuran *window* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji variasi ukuran *window* yang bertujuan untuk mengetahui hasil yang paling maksimal dihasilkan pada ukuran *window* berapa.
3. Mencari nilai rata-rata keabuan
Pencarian nilai rata – rata diperoleh dari sekeliling ukuran *window* yang digunakan.
4. Ukuran *C*
Sama halnya dengan ukuran *window*, pengujian variasi ukuran *C* dilakukan untuk memperoleh hasil yang maksimal.
5. Metode Mean-C
Setelah menghasilkan nilai rata-rata dan menetapkan ukuran *C*, langkah akhir yaitu dengan menerapkan rumus dari metode itu sendiri.

6. Citra Hasil

Citra yang diperoleh dari proses metode mean-c yang sudah melakukan pemrosesan dengan bagian lapuk yang pudar dan area tulisan yang menonjol. Untuk Metode Mean-C untuk uji variasi *window* menghasilkan 49 citra untuk satu data uji dan 39 citra untuk percobaan variasi C.



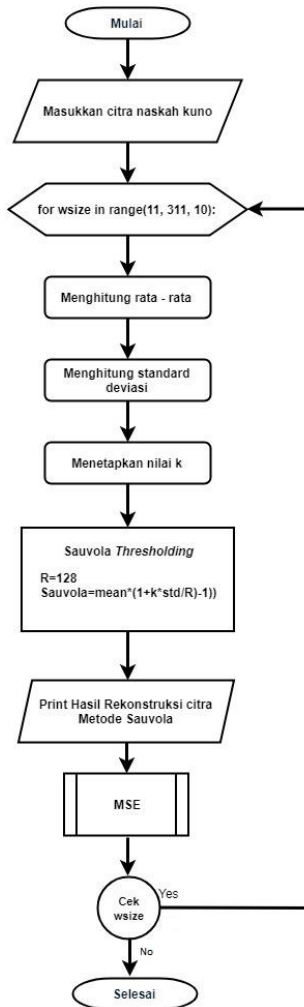
Gambar 3.4 Flow Chart Proses Metode Mean-C



Gambar 3.5 *Flow Chart MSE*

3.3.2 Metode Sauvola

Selain menggunakan Metode Mean-C, dilakukan pengujian dengan Metode Sauvola, pada Gambar 3.5 menunjukkan alur Metode Sauvola.



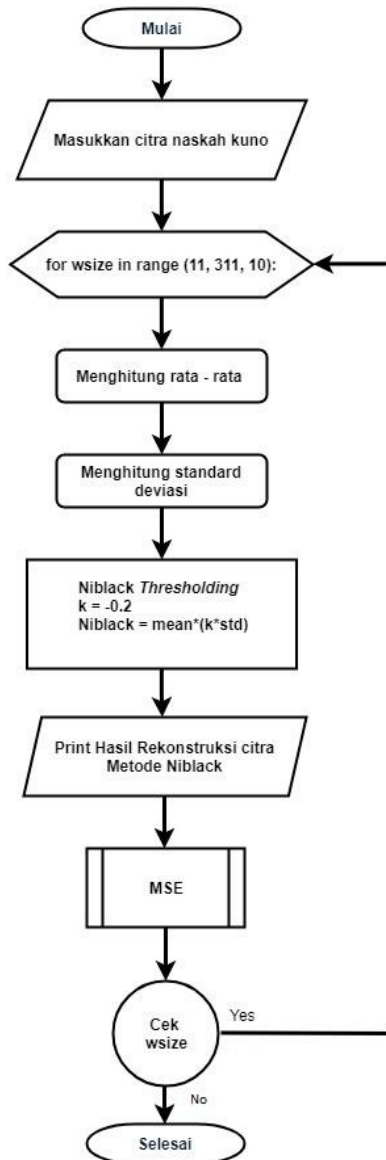
Gambar 3.6 Flow chart Proses Metode Sauvola

Tahapan dari Metode Sauvola sebagai berikut :

1. Data Awal
Citra awal naskah kuno yang akan diolah.
2. Ukuran *Window*
Menentukan besaran ukuran *window* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji variasi ukuran *window* yang bertujuan untuk mengetahui hasil yang paling maksimal dihasilkan pada ukuran *window* berapa.
3. Mencari nilai rata-rata keabuan
Pencarian nilai rata – rata diperoleh dari sekeliling ukuran *window* yang digunakan.
4. Mencari nilai standard deviasi
5. Ukuran *k*
Ukuran *k* pada metode sauvola yaitu berkisar antara 0,2-0,5.
6. Metode Sauvola
Penerapan rumus dari metode sauvola
7. Citra Hasil
Citra yang diperoleh dari proses metode sauvola yang sudah melakukan pemrosesan dengan bagian lapuk yang pudar dan area tulisan yang menonjol Untuk Metode Sauvola untuk uji variasi *window* menghasilkan 31 citra untuk satu data uji dan 4 citra untuk percobaan variasi *k*.

3.3.3 Metode Niblack

Metode ketiga dalam penelitian ini yaitu Metode Niblack, metode ini berdasarkan dari nilai – nilai rata – rata dan standard deviasi dari nilai anggota ketetangannya. Proses Metode Niblack ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.7 *Flow chart* Proses Metode Niblack

Tahapan dari Metode Niblack sebagai berikut :

1. Data Awal
Citra awal naskah kuno yang akan diolah.
2. Ukuran *Window*
Menentukan besaran ukuran *window* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji variasi ukuran *window* yang bertujuan untuk mengetahui hasil yang paling maksimal dihasilkan pada ukuran *window* berapa.
3. Mencari nilai rata-rata keabuan
Pencarian nilai rata – rata diperoleh dari sekeliling ukuran *window* yang digunakan.
4. Mencari nilai standard deviasi
5. Ukuran k
Ukuran k pada metode niblack yaitu berkisar antara -0,2..
6. Metode Niblack
Penerapan rumus dari metode niblack
7. Citra Hasil
Citra yang diperoleh dari proses metode niblack yang sudah melakukan pemrosesan dengan bagian lapuk yang pudar dan area tulisan yang menonjol. Untuk Metode ini untuk uji variasi *window* menghasilkan 31 citra untuk satu data uji.

3.4 Pengukuran Evaluasi

Setelah mendapatkan hasil dari ketiga metode yaitu : Metode Mean-C, Metode Sauvola dan Metode Niblack selanjutnya akan dilakukan pengamatan secara visual. Selain dilakukan pengamatan secara visual akan juga dilakukan pengukuran menggunakan MSE dan PSNR untuk membandingkan hasil dari thresholding ketiga metode tersebut.

BAB 4

HASIL DAN PENGUJIAN

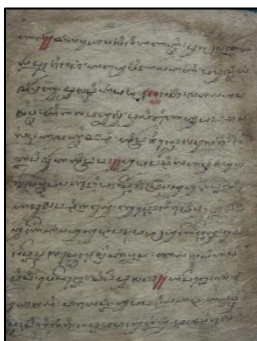
Pada bab ini akan dibahas hasil dari serangkaian metodologi yang telah dijelaskan pada bab tiga beserta dengan proses pengujian data.

4.1 Hasil Penelitian

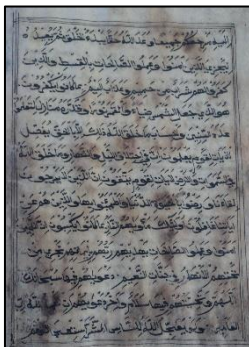
Dengan melihat kembali metodologi penelitian yang dilakukan atau yang dapat dilihat pada Gambar 3.1, berikut ini adalah hasil untuk setiap metodologi yang dikerjakan.

4.1.1 Pengumpulan Data

Data berupa teks naskah kuno jawa yang didapatkan dengan cara mengambil gambar dari buku kuno dari koleksi dari Museum Mpu Tantular. Data uji sebanyak lima citra yang mengalami kerusakan berupa lapuknya kertas pada bagian nasakahnya. Data uji pada pengujian secara visual menggunakan lima buah data uji dengan permasalahan kertas lapuk yang beragam. Data uji pertama dengan ukuran pixel 1981x3093 (lihat Gambar 4.1 (a)) merupakan citra naskah kuno dengan lapuk di sekeliling pinggiran kertas di bagian terbesar di pojok kanan. Data uji kedua dengan ukuran pixel 2145x2977 (lihat Gambar 4.1 (b)) merupakan citra naskah kuno dengan lapuk di berbagai tempat. Data uji ketiga dengan ukuran pixel 2241x3097 (lihat Gambar 4.1 (c)) selain masalah lapuk, serabut kertas naskah kuno sudah rusak parah sehingga menghilangkan tulisan pada naskah tersebut. Data uji keempat dengan ukuran pixel 2065x2977 (lihat Gambar 4.1 (d)) dengan lapuk lebih parah yang hampir menutupi seluruh bagian naskah kuno. Data uji kelima dengan ukuran pixel 2793x2319 (lihat Gambar 4.1 (e)) merupakan potongan bagian naskah kuno dengan masalah yang sama dengan data uji pertama namun dengan kontras yang lebih tinggi.



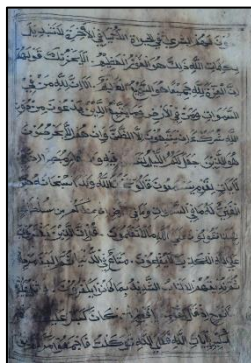
(a)



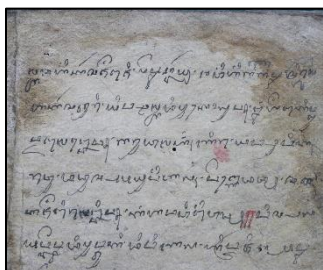
(b)



(c)



(d)

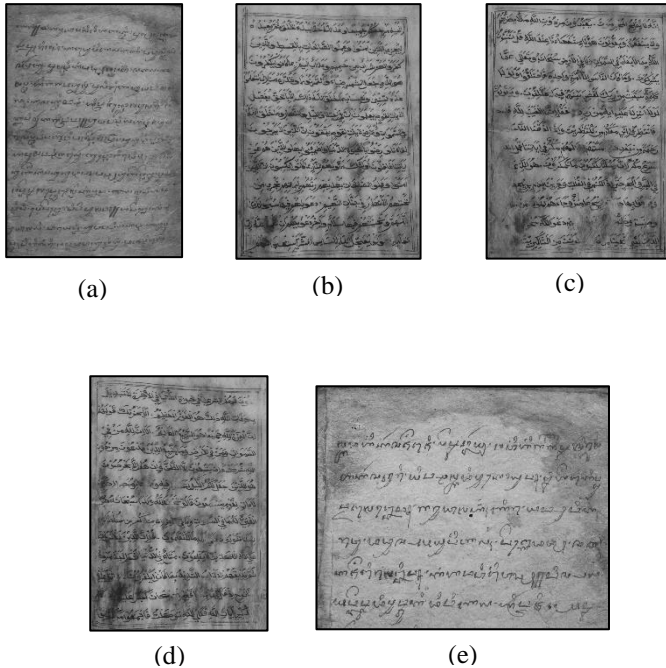


(e)

Gambar 4.1 Data Uji: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.1.2 Pengubahan Model Warna

Pengubahan model warna merupakan langkah awal agar dapat dilakukan *thresholding*. Citra awal berupa RGB (Red, Green, Blue) yang masih mempunyai 3 buah kanal yang akan diubah menjadi citra *grayscale* yang hanya mempunyai 1 buah kanal. Gambar 4.2 menunjukkan hasil dari pengubahan 5 data uji yang awalnya memiliki model warna RGB diubah ke model warna Grayscale.



Gambar 4.2 Hasil Grayscale (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.1.3 Penerapan Local Adaptive Thresholding

4.1.3.1 Metode Mean-c

Setelah dilakukan pengubahan menjadi grayscale, selanjutnya yaitu penerapan Metode Mean-c. Seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya, percobaan ini dilakukan dengan mencoba ukuran variasi window dan ukuran variasi c itu sendiri.



Gambar 4.3 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Mean C pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.1.3.2 Metode Sauvola

Metode kedua adalah Metode Sauvola berikut adalah hasil terbaik dari metode tersebut. Sama halnya dengan metode sebelumnya percobaan ukuran window dan ukuran k juga dilakukan.



(a)



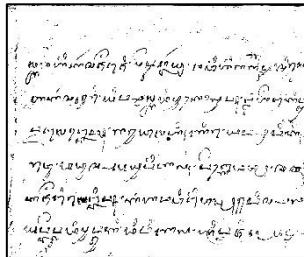
(b)



(c)



(d)

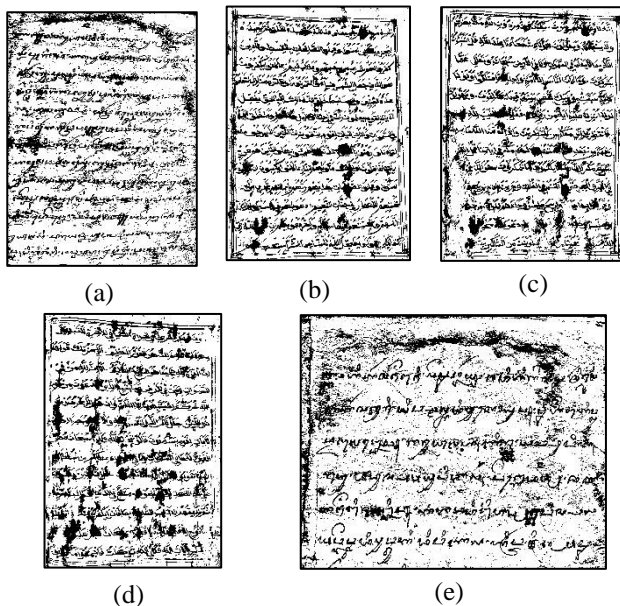


(e)

Gambar 4.4 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Sauvola pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.1.3.3 Metode Niblack

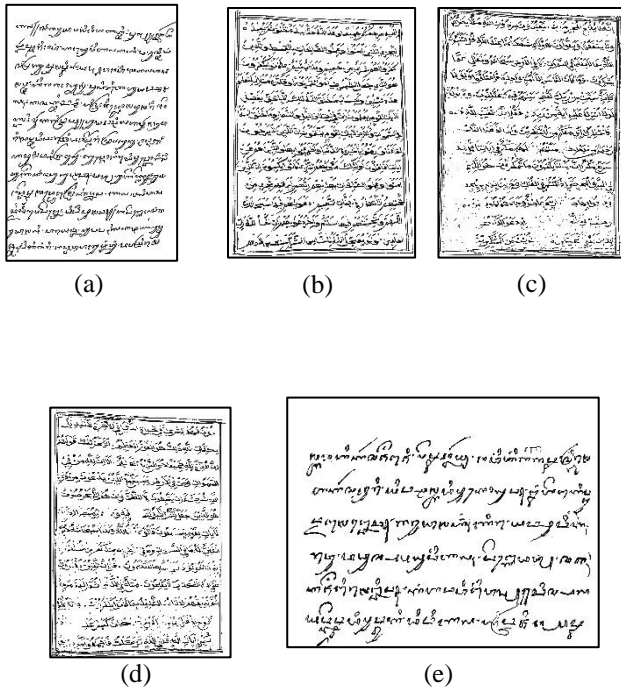
Metode ketiga atau metode terakhir dalam percobaan ini yaitu metode niblack. Untuk metode niblack hanya akan dilakukan percobaan variasi ukuran window.



Gambar 4.5 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Niblack pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.2 Pengukuran Evaluasi

Perhitungan evaluasi menggunakan MSE dan PSNR. Semakin kecil nilai mse maka akan semakin kecil nilai *noise* yang dihasilkan sebaliknya jika semakin tinggi nilai PSNR maka akan semakin baik citranya. Perhitungan ini menggunakan *ground-truth* sebagai data acuannya. Untuk hasil perhitungannya akan lebih dijelaskan pada saat sub bab selanjutnya.



Gambar 4.6 *Ground-truth* data uji ke (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 (e) 5

4.3 Evaluasi Data Secara Visual

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa tingkat keterbacaan dan banyak *noise* yang ditinggalkan dari hasil uji binerisasi dengan Metode Mean-C, Metode Sauvola dan Metode Niblack melalui uji visual atau jika dilihat dengan mata telanjang.

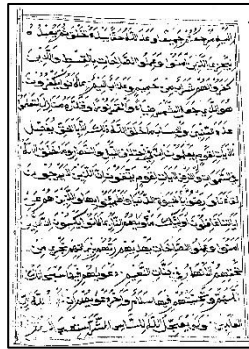
4.3.1 Metode Mean-C

Secara visual, Metode Mean C hasil dari metode ini kurang berhasil membersihkan *noise* serat kertas yang lapuk. Pada data uji pertama hasil segmentasi masih terdapat *noise* yang muncul di berbagai tempat dan tulisan Jawa dari naskah tersebut juga banyak memudar. Pada bagian pojok kanan atas (lihat Gambar 4.7(a)) *noise* yang ditinggalkan cukup banyak ini dikarenakan kerusakan terparah terdapat bagian tersebut. Pada data uji kedua (lihat Gambar 4.7(b)) terdapat bagian yang hilang dibagian bawah karena kerusakan serat kertasnya. Untuk tulisan Arabnya, metode ini cukup berhasil membersihkan *noise* yang ada.

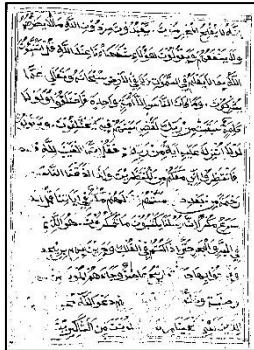
Untuk hasil data uji ketiga (lihat Gambar 4.8(c)) pada bagian bawah kiri tulisan Arab pada naskah hilang semua ini karena kerusakan pada naskah tidak hanya lapuk namun serat pada kertas sudah rusak sehingga seratnya mencuat keluar dan mengakibatkan tulisan di atasnya menjadi hilang. Namun untuk kerusakan selain itu, metode cukup berhasil membersihkan *noise* sehingga membuat tulisan pada buku terlihat cukup jelas. Selanjutnya, data uji keempat (lihat Gambar 4.8(d)) kerusakan hampir sama dengan data uji ketiga namun serat kertas yang rusak tidak terlalu banyak dibandingkan dengan data uji ketiga. Tulisan bisa dibaca dengan cukup jelas setelah mengimplementasikan metode mean-c pada naskah ini. Yang terakhir data uji kelima (lihat Gambar 4.8(e)) merupakan potongan naskah kuno Jawa yang pada bagian atas kanan mengalami kerusakan kertas yang lapuk, jika dilihat pada gambar *noise* masih terlihat pada sekeliling bagian tulisan. Namun untuk tulisan Jawa sendiri terlihat bisa dibaca meskipun *noise* disekitar tulisan masih cukup banyak.



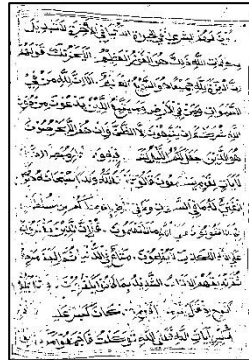
(a)



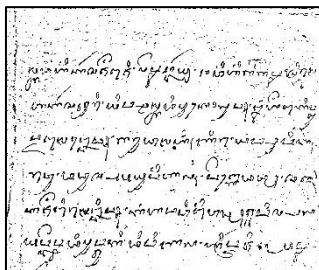
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 4.7 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Mean C pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.3.2 Metode Sauvola

Metode sauvola berhasil membersihkan *noise* lebih baik, *noise* yang tertinggal lebih sedikit (lihat Gambar 4.8). Pada data uji pertama (lihat Gambar (4.8(a)) Tulisan jawa yang ada pada naskah tidak banyak yang pudar seperti halnya pada metode Mean. Pada bagian pojok kanan tengah masih terdapat tulisan jawa yang memudar, hal tersebut juga dikarenakan tinta pada naskah tersebut juga memudar sehingga tulisan pada naskah asli tidak tebal sempurna. Pada data uji kedua (lihat Gambar 4.8(b)) tulisan arab cukup bersih namun di sekeliling tulisan yaitu garis yang mengelilingi naskah tidak baik karena kerusakan pada kertas itu sendiri yang sudah parah.

Selanjutnya data uji ketiga (lihat Gambar 4.8(c)) metode ini berhasil mensegmentasikan tulisan arab yang masih ada pada naskah. Terdapat banyak bagian tulisan yang hilang, karena pada naskah aslinya tulisan tersebut sudah tidak ada akibat serat naskah yang rusak. Adapun data uji keempat (lihat Gambar 4.8(d)) *noise* yang ditinggalkan sama halnya seperti data uji kedua, ketiga yaitu masalah serat kertas yang sudah tua dan rusak. Terakhir data uji kelima (lihat Gambar 4.8(e)) karena naskah dengan kondisi cukup baik sehingga *noise* yang tertinggal berupa titik – titik di sekeliling tulisan jawa.



(a)



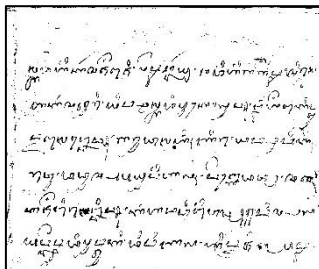
(b)



(c)



(d)

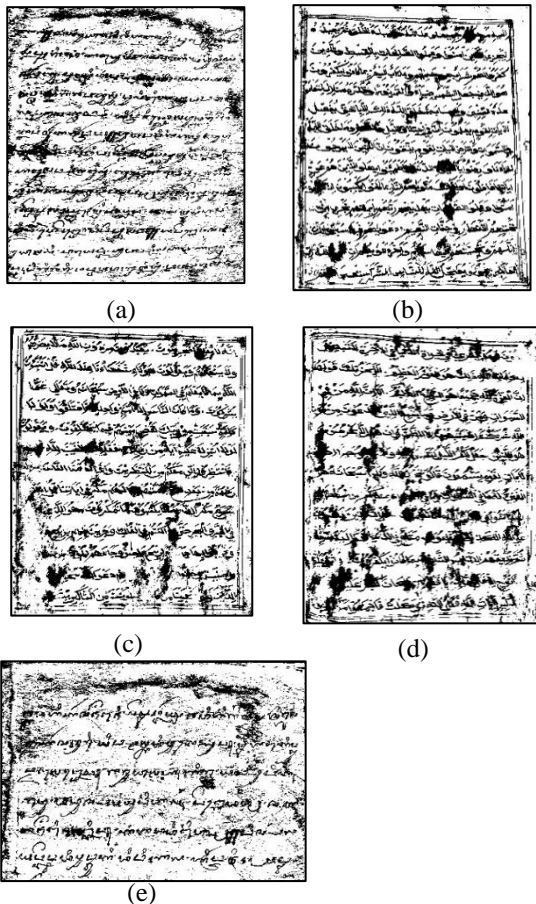


(e)

Gambar 4.8 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Sauvola pada Data Uji Evaluasi Visual: (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.3.3 Metode Niblack

Metode niblack secara visual gagal men-segmentasikan naskah karena banyak meninggalkan noise pada data uji pertama (lihat Gambar (4.9(a)), kedua (lihat Gambar (4.9(b))), ketiga (lihat Gambar (4.9(c))), keempat (lihat Gambar (4.9(d))) dan kelima (lihat Gambar (4.9(e))).



Gambar 4.9 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Niblack : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

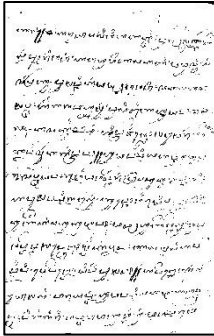
4.4 Percobaan Variasi Ukuran Window pada Mean-C

4.4.1. Evaluasi Visual pada Variasi Ukuran Window

4.4.1.1 Metode Mean-C

Pada metode ini window C yang digunakan yaitu ukuran hasil dari berbagai percobaan ukuran C. Pada (lihat Gambar 4.10) pada ukuran window 7 dan 9 tidak berhasil membinnerkan citra data uji karena ukuran window yang terlalu kecil bisa dilihat di lampiran. Diantara ukuran window 3 – 99 hasil yang paling maksimal ditunjukkan pada window ukuran 71 (lihat Gambar 4.10).

Pada data uji pertama (lihat Gambar 4.10 (a)) tulisan jawa terlihat jelas meskipun disekitarnya banyak noise. Pada data uji kedua, ketiga dan keempat (lihat Gambar 4.10(b),(c),(d)) kerusakan paling parah merupakan bagian pinggiran naskah yakni serat kertas yang sudah mencuat keluar sehingga garis disekililing kertas tidak tersegmentasi secara baik. Pada data ketiga banyak juga tulisan arab yang hilang ini disebabkan permasalahan yang sama. Terakhir data uji kelima (lihat Gambar 4.10(e)) *noise* yang tertinggal disekeliling tulisan jawa ini, namun secara keseluruhan hasil cukup bagus.



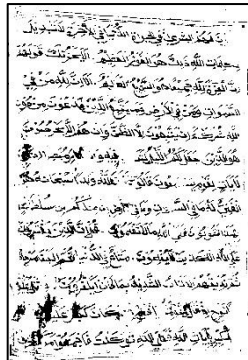
(a)



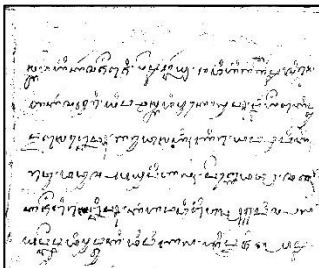
(b)



(c)



(d)



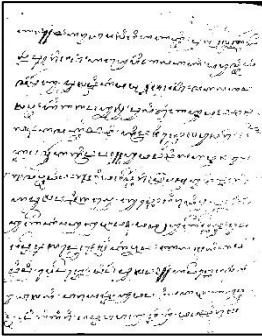
(e)

Gambar 4.10 Hasil Segmentasi Menggunakan Metode Mean-c dengan Ukuran window 71 x 71 : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.4.1.2 Metode Sauvola

Metode Sauvola secara visual meninggalkan hasil yang lebih baik dibanding dengan metode mean-c. Jika pada metode mean-c ukuran *window* yang menghasilkan hasil terbaik berdasarkan pengukuran *ground-truth* yang akan dibahas pada pembahasan selanjutnya didapat pada ukuran 71x71 untuk semu data uji sedangkan untuk metode sauvola berbeda.

Data uji pertama (lihat Gambar 4.11(a)) ukuran *window* terbaik didapatkan pada ukuran 261x261 hasil yang diperoleh *noise* yang sedikit meskipun ada bagian teks Jawa yang memudar ini juga disebabkan oleh intensitas yang tidak merata pada teks. Pada bagian lapuk umumnya lebih gelap daripada yang normal. Pada data uji kedua (lihat Gambar 4.11(b)) ukuran *window* terbaik didapatkan pada ukuran 101x101 sama seperti dengan hasil metode mean-c yaitu bagian pinggir yang tidak tersegmentasi dengan baik karena serat kertas yang sudah rusak. Namun pada bagian teks Arab tersegmentasi dengan baik. Data uji ketiga (lihat Gambar 4.11(c)) hasil terbaik didapat pada ukuran *window* 81x81 berhasil mengurangi *noise* untuk bagian teks yang masih tersisa pada naskah. Data uji keempat (lihat Gambar 4.11(d)) sama dengan data uji ketiga yaitu ukuran 81x81 tulisan utama dapat dengan jelas terbaca. Data kelima (lihat Gambar 4.11(e)) hasil terbaik pada ukuran 301x301 *noise* yang tertinggal disekeliling tulisan namun tulisan utama masih dapat terbaca dengan baik.



(a)



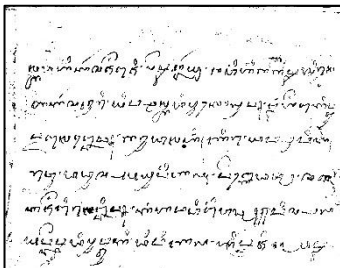
(b)



(c)



(d)



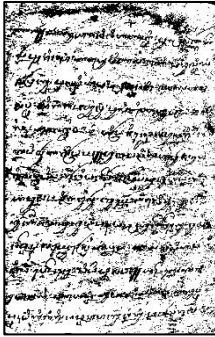
(e)

Gambar 4.11 Hasil Segmentasi Percobaan *window* Menggunakan Metode Sauvola dengan : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

4.4.1.3 Metode Niblack

Metode Niblack secara visual meninggalkan hasil yang kurang baik dibanding dengan metode mean-c dan metode sauvola. Data uji pertama (lihat Gambar 4.12(a)) ukuran *window* terbaik didapatkan pada ukuran 301x301 *noise* yang ditinggalkan masih banyak, pada bagian pojok kanan *noise* terbesar terdapat pada bagian tersebut. namun pada bagian tengah *noise* yang dihasilkan lebih sedikit dibanding pada bagian pinggiran naskah. Pada data uji kedua (lihat Gambar 4.12(b)) ukuran *window* terbaik didapatkan pada ukuran 71x71 meskipun *noise* yang dihasilkan banyak tetapi tulisan utama pada naskah tersebut dapat dibaca dengan baik.

Data uji ketiga (lihat Gambar 4.12(c)) hasil terbaik didapat pada ukuran *window* 81x81 *noise* paling banyak terdapat pada bagian naskah yang rusak yang tidak terdapat tulisan arab. Data uji keempat (lihat Gambar 4.12(d)) sama dengan data uji ketiga yaitu ukuran 81x81 tulisan utama dapat masih bisa terbaca walaupun banyak *noise* yang tertinggal. Data kelima (lihat Gambar 4.12(e)) hasil terbaik pada ukuran 301x301 sama halnya dengan data uji pertama yaitu *noise* tertinggal di pinggir karena kerusakan terjadi pada daerah tersebut.



(a)



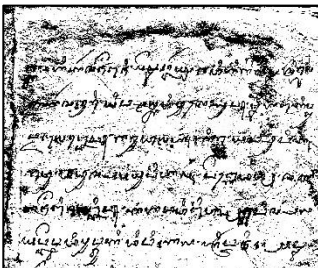
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 4.12 Hasil Segmentasi Percobaan *window* Menggunakan Metode Niblack dengan : (a) Data Uji Pertama, (b) Data Uji Kedua, (c) Data Uji Ketiga, (d) Data Uji Keempat, (e) Data Uji Kelima

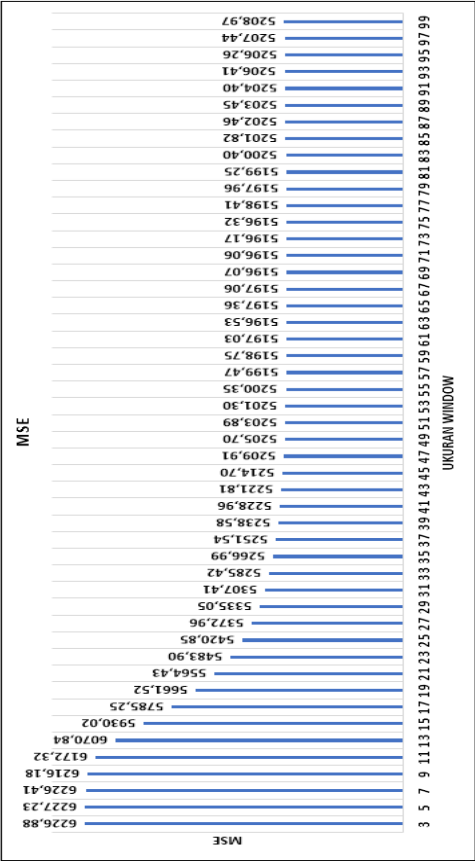
4.5 Evaluasi Berbasis *Ground-truth* pada Variasi Ukuran Window

Pada uji ini dilakukan perhitungan MSE dan PSNR dengan pada ukuran *window* 3x3 – 99x99 untuk seluruh kelima data uji.

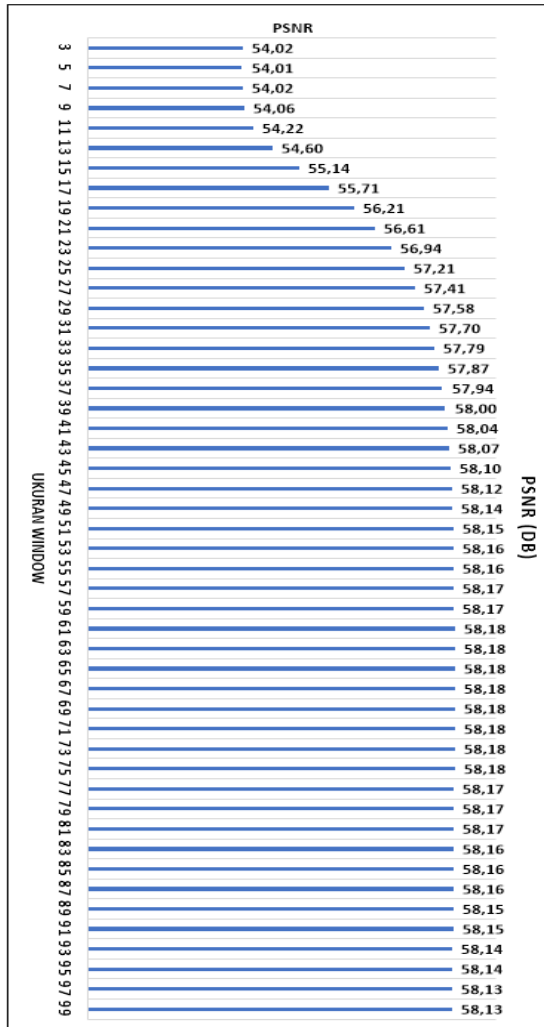
4.5.1 Metode Mean-C

4.5.1.1 Data Pertama

Setelah perhitungan dilakukan, didapatkan nilai MSE terkecil pada ukuran *window* 71 dengan nilai MSE sebesar 5196,06 (lihat Gambar 4.13) dan PSNR (lihat Gambar 4.14) 58,18 dB.



Gambar 4.13 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran Window Data Uji Pertama Menggunakan Metode Mean-C

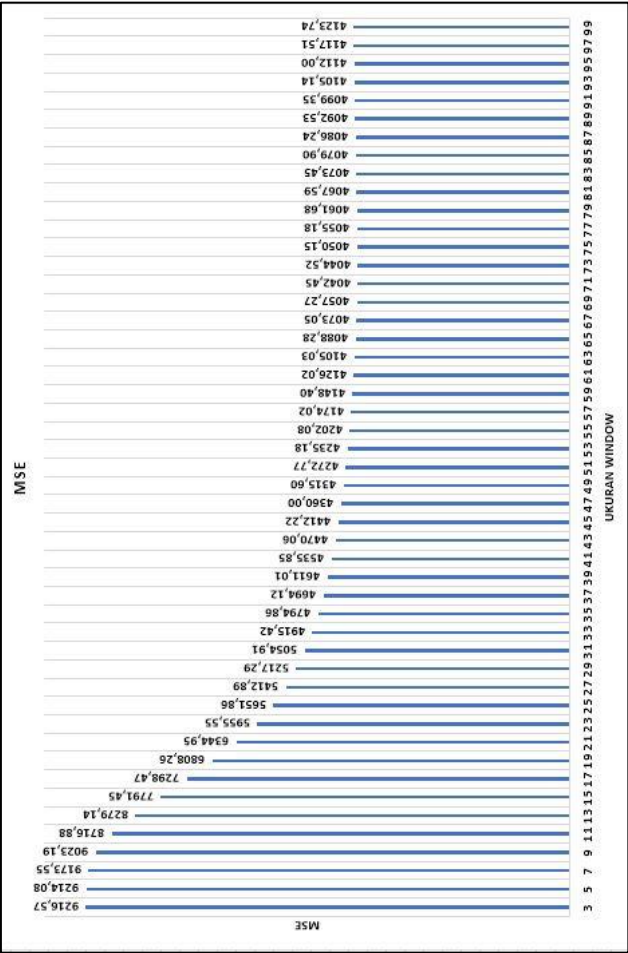


Gambar 4.14 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Pertama Menggunakan Metode Mean-C

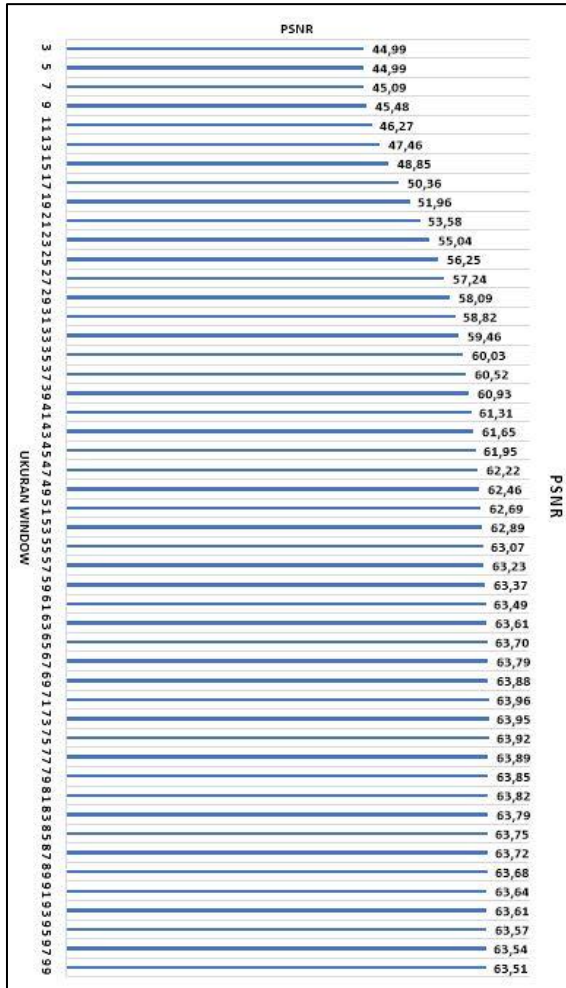
Pada Gambar 4.14 nilai PSNR mengalami kenaikan pada saat ukuran *window* juga mengalami penambahan. Nilai PSNR terbaik diperoleh pada saat ukuran *window* 71 dengan perolehan angka 58,18 db. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada Lampiran.

4.5.1.2 Data Kedua

Hasil perhitungan berbasis *ground-ruth* pada data uji kedua MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 71 (lihat Gambar 4.15) dengan perolehan nilai sebesar 4042,45. Untuk perolehan MSE setelah ukuran *window* 71 ternyata menghasilkan kenaikan angka, yang berarti semakin tinggi ukuran *window* tidak menjamin nilai MSE rendah dan hasil gambar menjadi lebih baik.



Gambar 4.15 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Kedua Menggunakan Metode Mean-C

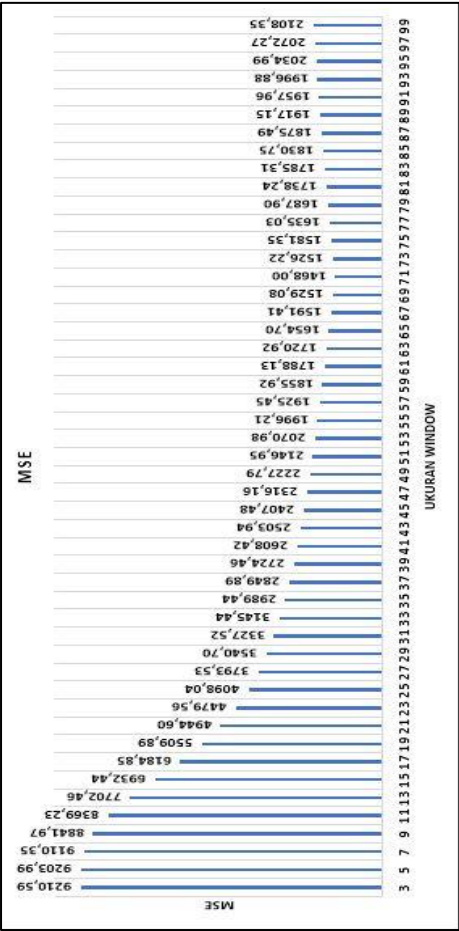


Gambar 4.16 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Kedua Menggunakan Metode Mean-C

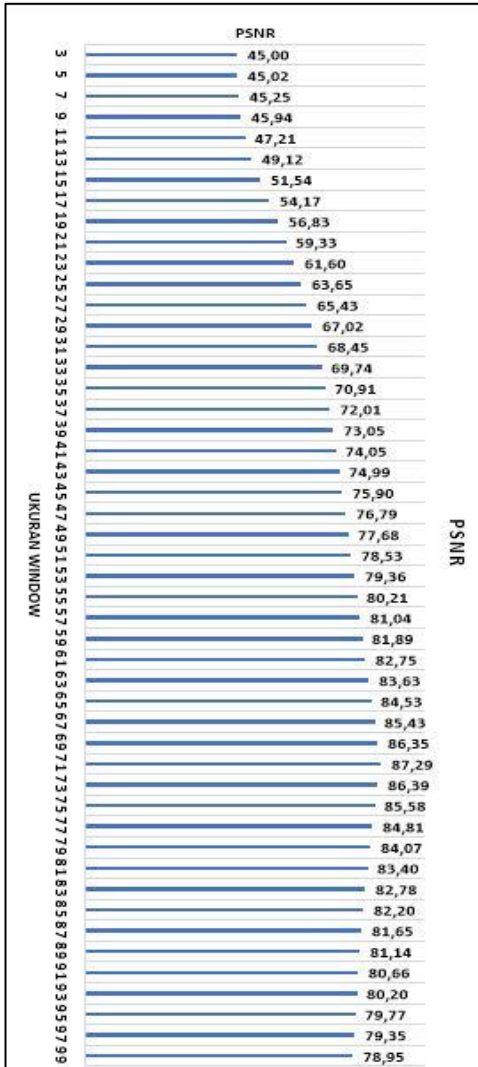
Data uji Kedua menghasilkan PSNR paling tinggi yakni pada angka 63,96 dB (lihat Gambar 4.16). Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan ditampilkan pada lampiran.

4.5.1.3 Data Ketiga

Selanjutnya pada data uji ketiga MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 71 dengan nilai 1468,00 (lihat Gambar 4.17) dan PSNR sebesar 87,29 (lihat Gambar 4.18). Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan ditampilkan pada lampiran.



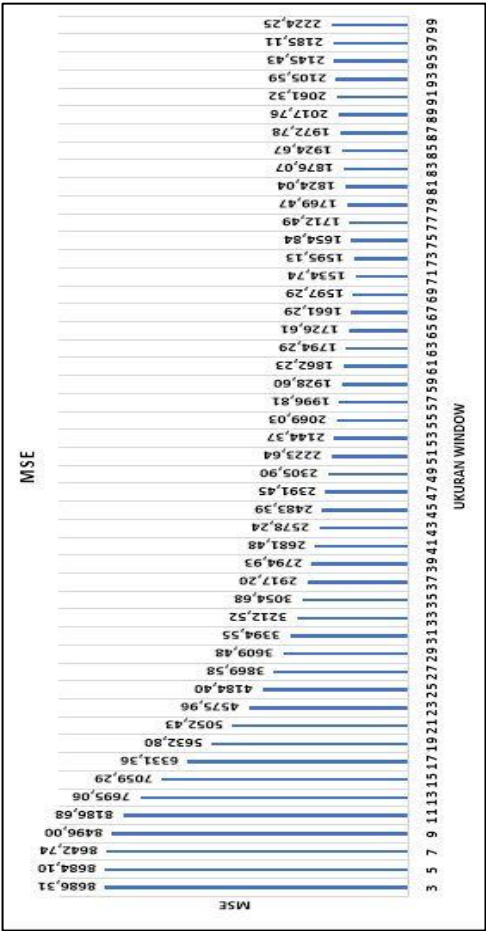
Gambar 4.17 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Mean-C



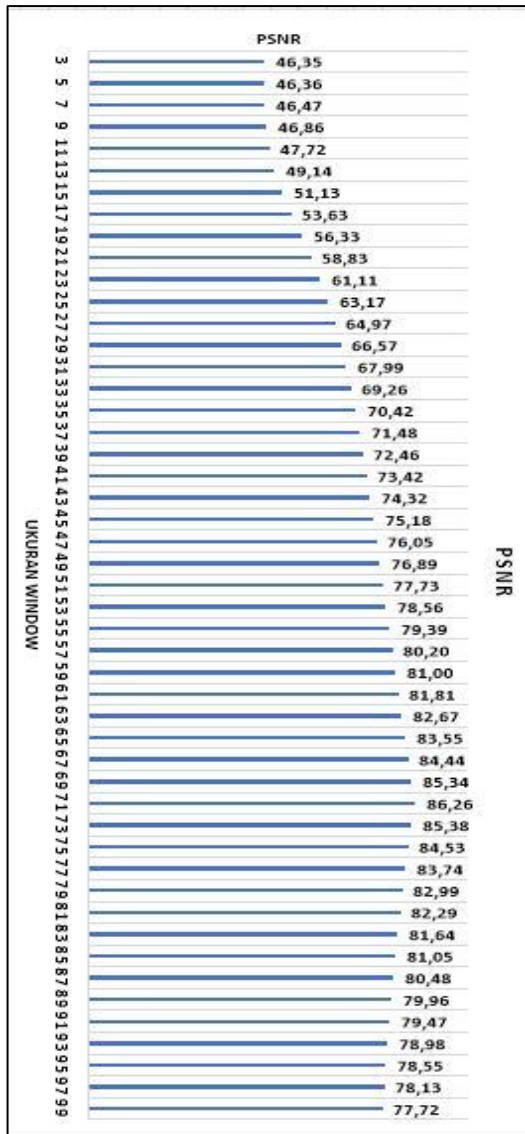
Gambar 4.18 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Mean-C

4.5.1.4 Data Keempat

Selanjutnya pada data uji keempat MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 71 dengan nilai 1534,74 (lihat Gambar 4.19) dan PSNR sebesar 86,20 (lihat Gambar 4.20). Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan ditampilkan pada lampiran.



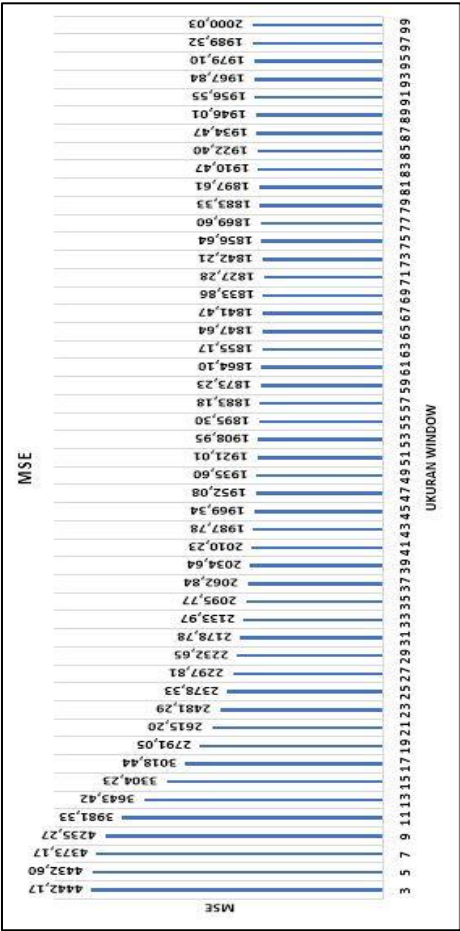
Gambar 4.19 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran Window Data Uji Keempat Menggunakan Metode Mean-C



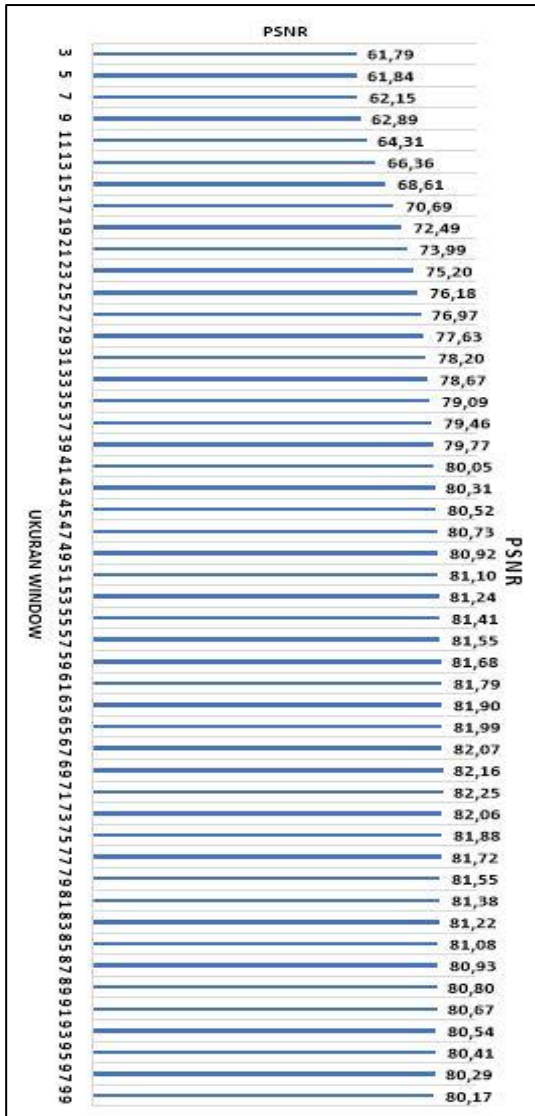
Gambar 4.20 Nilai PSNR Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Keempat Menggunakan Metode Mean-C

4.5.1.5 Data Kelima

Data uji kelima MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 71 dengan nilai 1827,28 (lihat Gambar 4.21) dan PSNR sebesar 82,25 (lihat Gambar 4.22). Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan ditampilkan pada lampiran.



Gambar 4.21 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Kelima Menggunakan Metode Mean-C

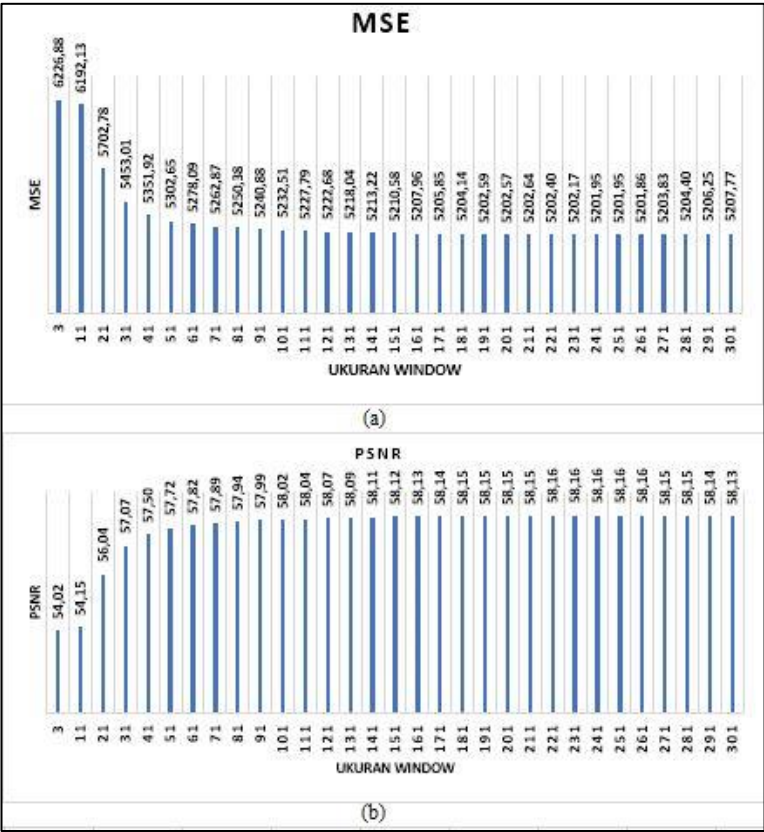


Gambar 4.22 Nilai MSE Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Kelima Menggunakan Metode Mean-C

4.5.2 Metode Sauvola

4.5.2.1 Data Pertama

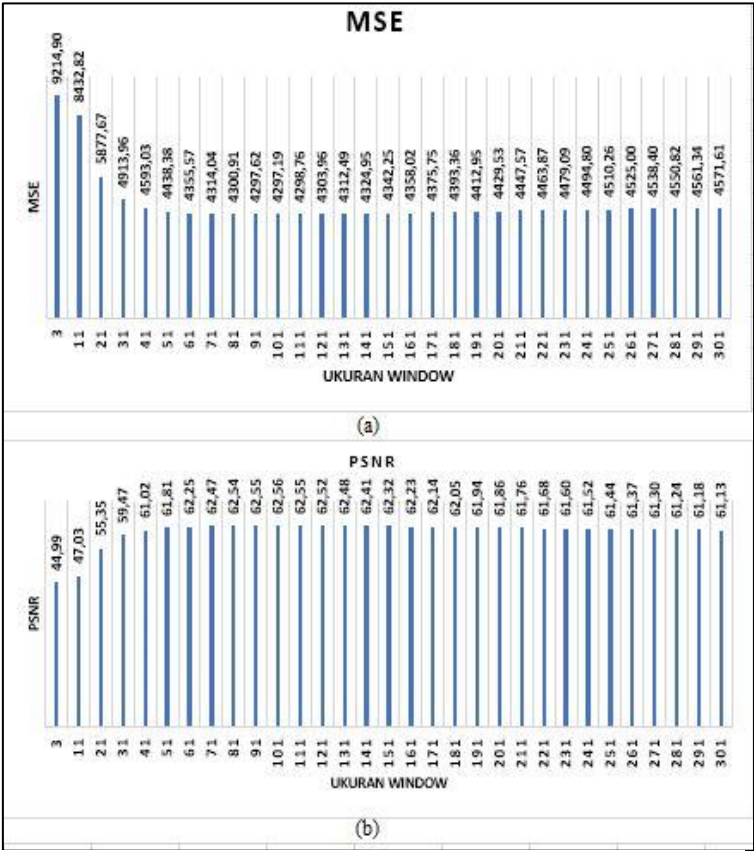
Untuk ukuran percobaan *window* yang dilakukan terhadap metode sauvola untuk data uji pertama (lihat Gambar 4.23) MSE terendah didapat pada angka 5201,86 dan PSNR tertinggi yaitu 58,16 yang angka tersebut didapat pada ukuran *window* 261. MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah ukuran *window* dinaikkan lebih besar. Penyajian dalam bentuk tabel akan ditampilkan pada lampiran.



Gambar 4.23 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Pertama Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR

4.5.2.2 Data Kedua

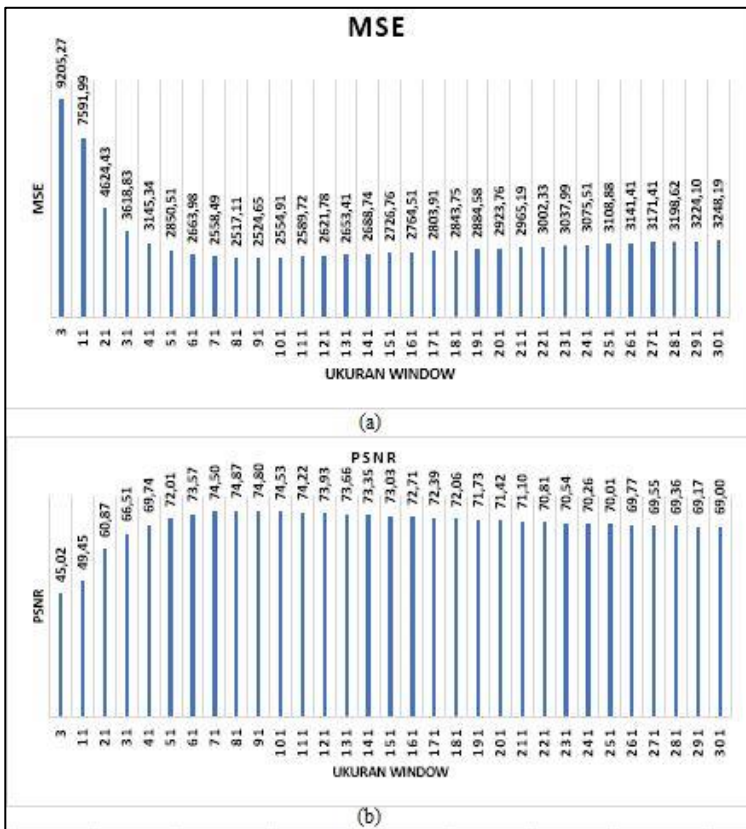
Pada data uji kedua MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 101 (lihat Gambar 4.24) dengan menghasilkan angka sebesar 4297,19 dan PSNR sebesar 62,56 dB . MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran *window*. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.24 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Kedua Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR

4.5.2.3 Data Ketiga

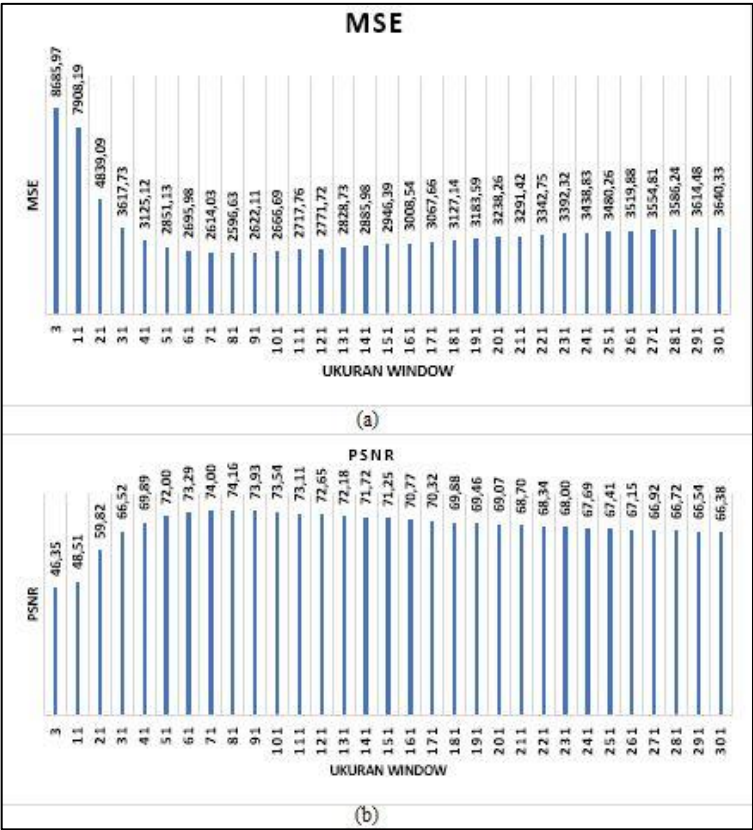
Pada data uji ketiga MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 81 dengan menghasilkan angka sebesar 2517,11 dan PSNR sebesar 74,87 dB (lihat Gambar 4.25). MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran *window*. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.25 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR

4.5.2.4 Data Keempat

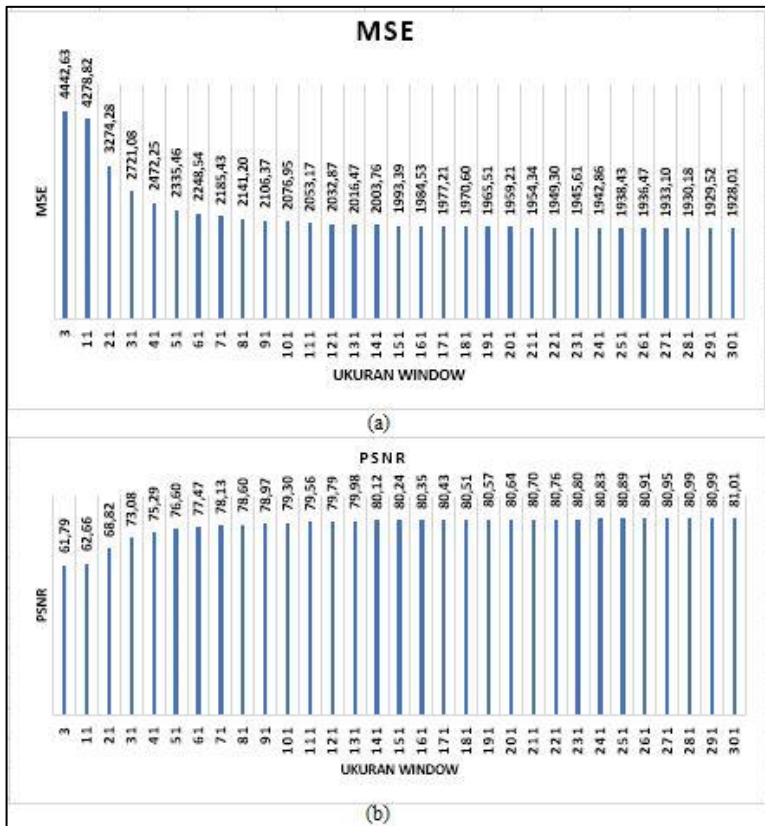
Pada data uji keempat MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 81 denga menghasilkan angka sebesar 2596,63 dan PSNR sebesar 74,16 dB . MSE (lihat Gambar 4.26) kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran *window*. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.26 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Keempat Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR

4.5.2.5 Data Kelima

Pada data uji kelima MSE terendah dihasilkan pada ukuran window 301 dengan menghasilkan angka sebesar 1928,01 dan PSNR sebesar 81,01 dB (lihat Gambar 4.27). MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran window. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.

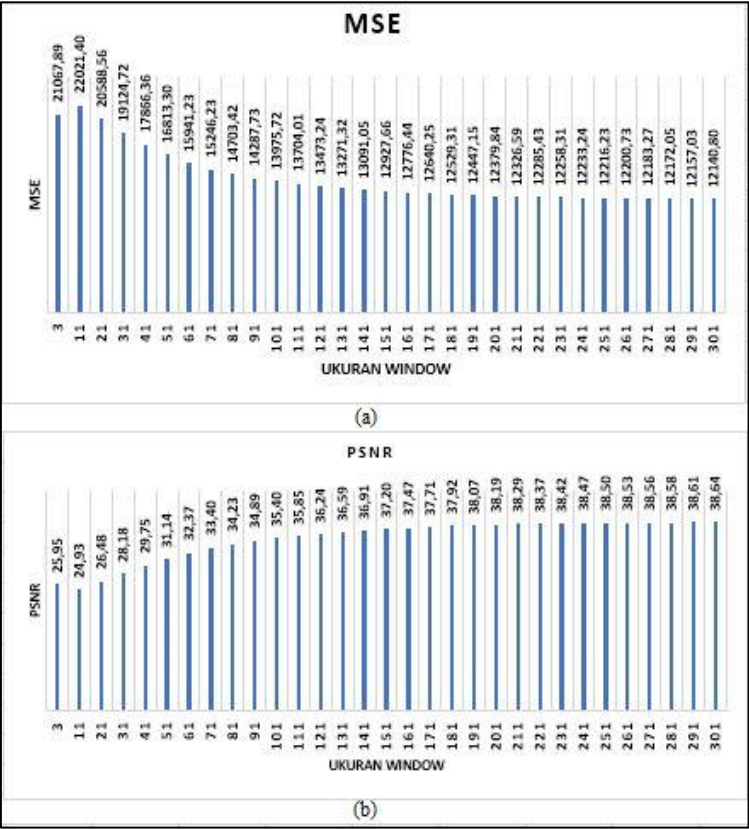


Gambar 4.27 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran Window Data Uji Kelima Menggunakan Metode Sauvola (a) MSE (b) PSNR

4.5.3 Metode Niblack

4.5.3.1 Data Pertama

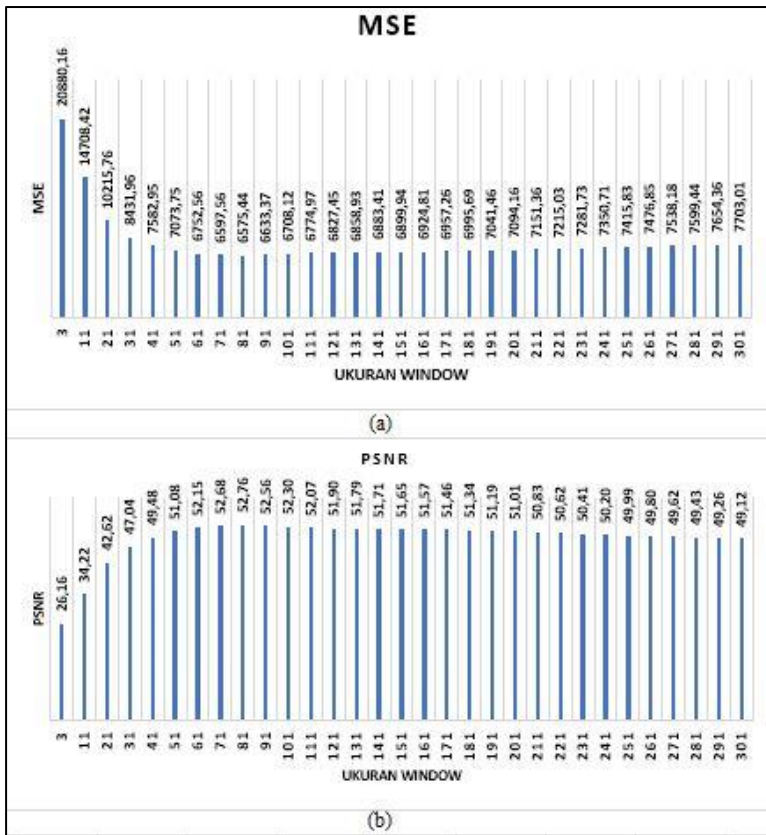
Pada data uji pertama untuk Metode Niblack MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 301 dengan menghasilkan angka sebesar 12140,80 dan PSNR sebesar 38,64 dB (lihat Gambar 4.28). MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran *window*. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.28 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Pertama Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR

4.5.3.2 Data Kedua

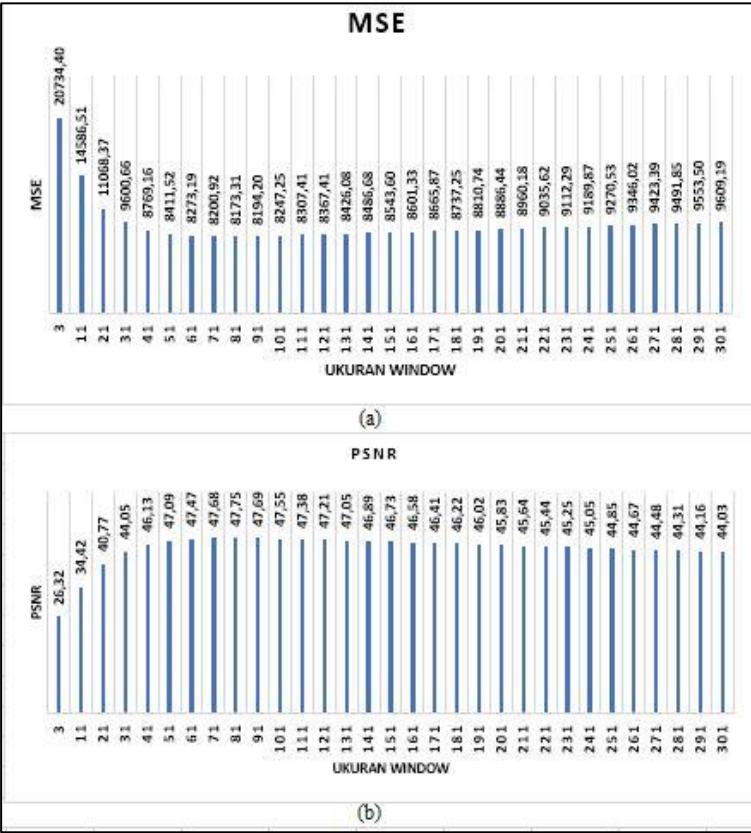
Pada data uji kedua untuk Metode Niblack MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 71 dengan menghasilkan angka sebesar 6597,56 dan PSNR sebesar 52,68 dB (lihat Gambar 4.29). MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran *window*. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.29 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Kedua Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR

4.5.3.3 Data Ketiga

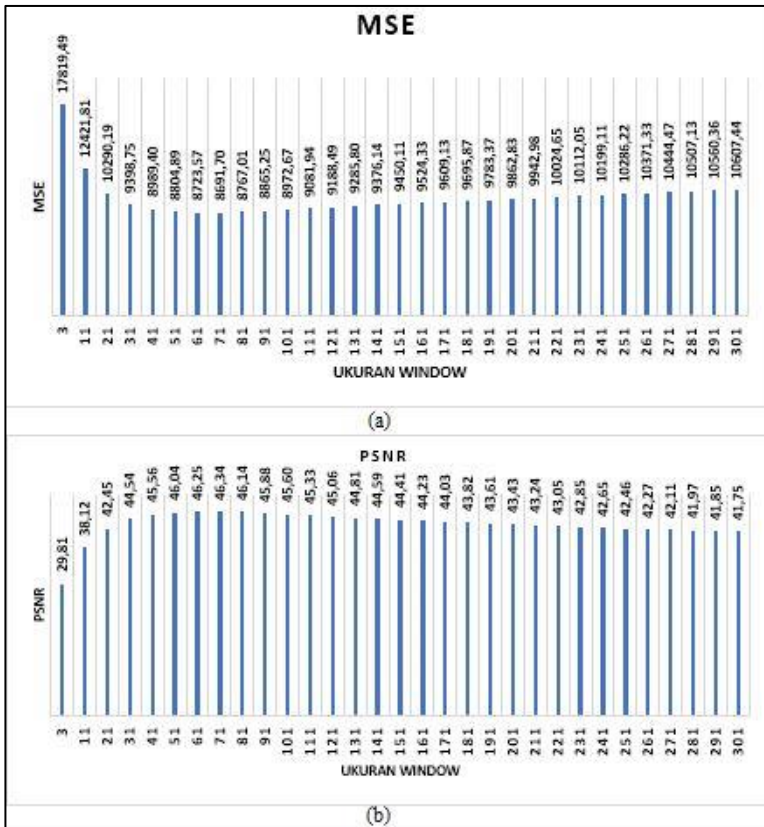
Pada data uji ketiga untuk Metode Niblack MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 81 dengan menghasilkan angka sebesar 8173,31 dan PSNR sebesar 47,75 dB (lihat Gambar 4.30). MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran *window*. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.30 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR

4.5.3.4 Data Keempat

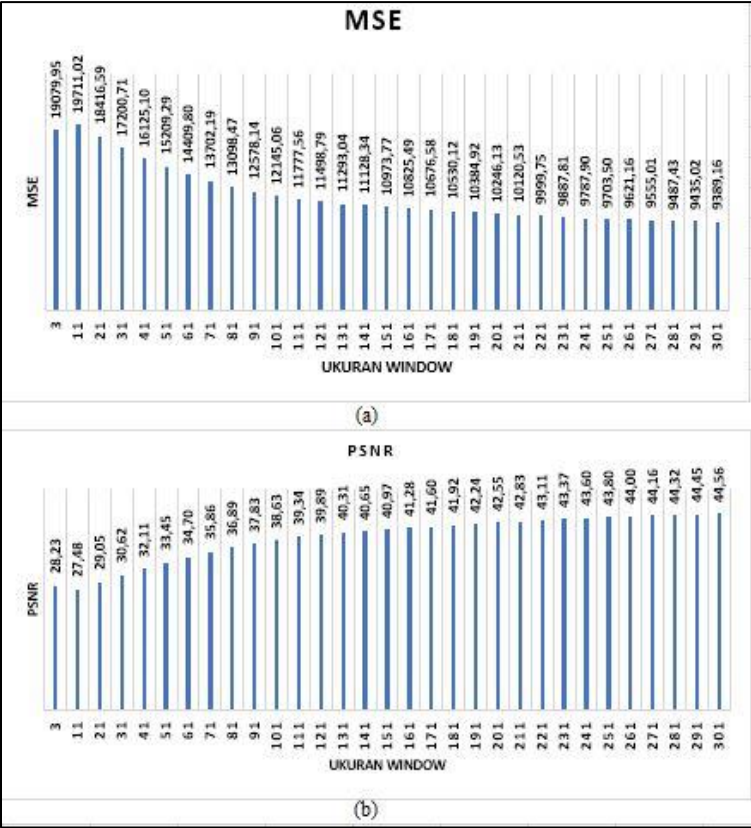
Pada data uji keempat untuk Metode Niblack MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 71 dengan menghasilkan angka sebesar 8691,70 dan PSNR sebesar 46,34 dB (lihat Gambar 4.31). Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.31 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Keempat Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR

4.5.3.5 Data Kelima

Pada data uji kelima untuk Metode Niblack MSE terendah dihasilkan pada ukuran *window* 301 (lihat Gambar 4.32) dengan menghasilkan angka sebesar 9389,16 dan PSNR sebesar 44,56 dB . MSE mengalami kenaikan dan PSNR mengalami penurunan setelah dilakukan uji coba penambahan ukuran *window*. Untuk penyajian dalam bentuk tabel akan dilampirkan pada lampiran.



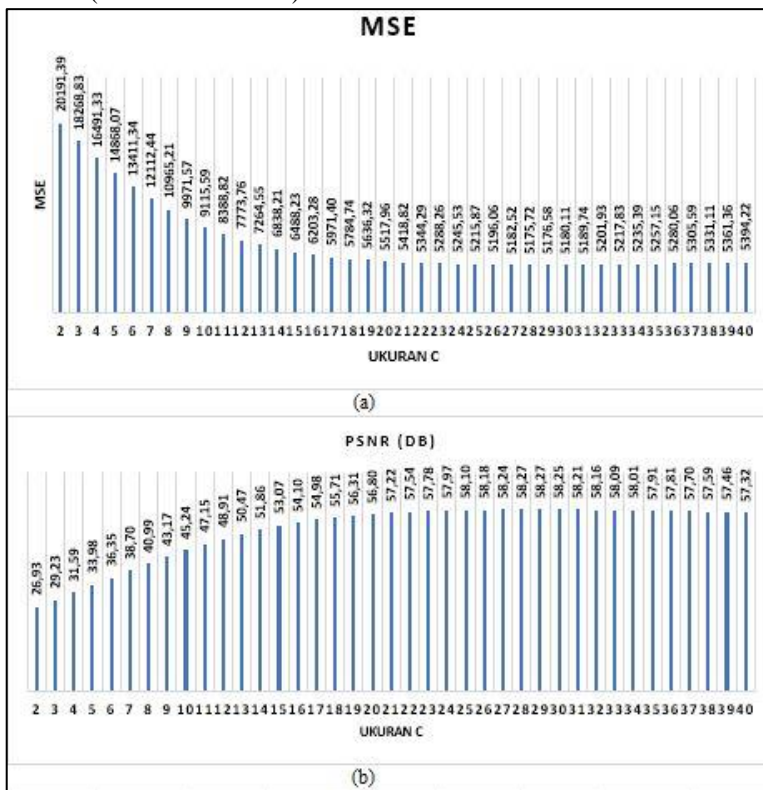
Gambar 4.32 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran *Window* Data Uji Kelima Menggunakan Metode Niblack (a) MSE (b) PSNR

4.6 Percobaan Ukuran C pada Metode Mean C

Percobaan ukuran c pada metode sauvola dilakukan menggunakan kelima data uji dengan tujuan untuk mengetahui nilai optimal dari konstanta c berdasarkan perolehan nilai pengukuran berbasis *ground-truth*.

4.6.1 Data Pertama

Nilai MSE terendah didapat pada ukuran $c = 28$ dengan angka 5175,72 dan PSNR 58,27 dB. Hasil dari perhitungan ukuran $c = 26 - 30$ hasilnya tidak terlalu jauh sehingga c terbaik pada saat c dalam ukuran tersebut (lihat Gambar 4.33).

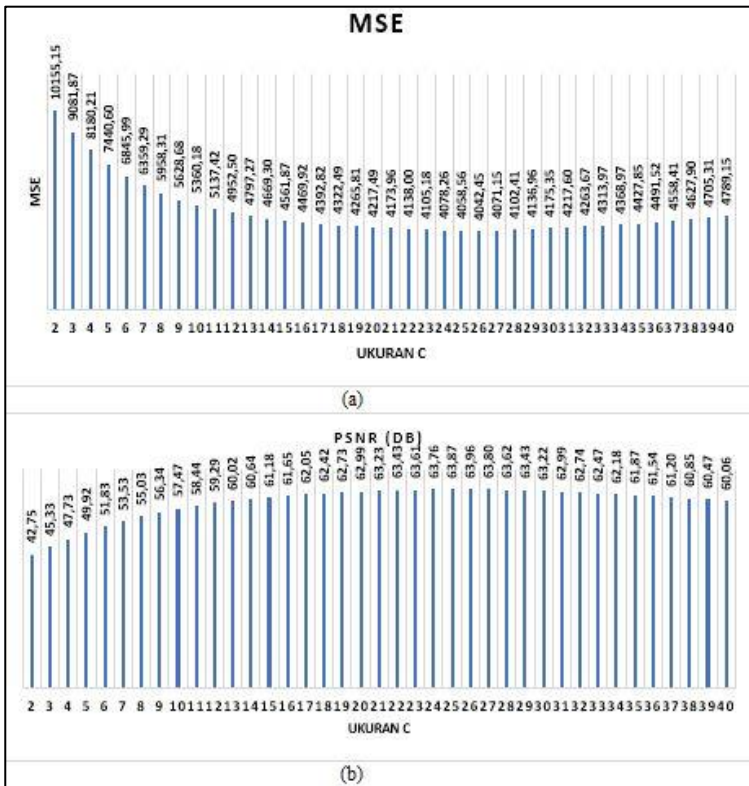


Gambar 4.33 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji Pertama Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR

Untuk penyajian dalam bentuk tabel dan hasil citra percobaan c akan dilampirkan pada lampiran.

4.6.2 Data Kedua

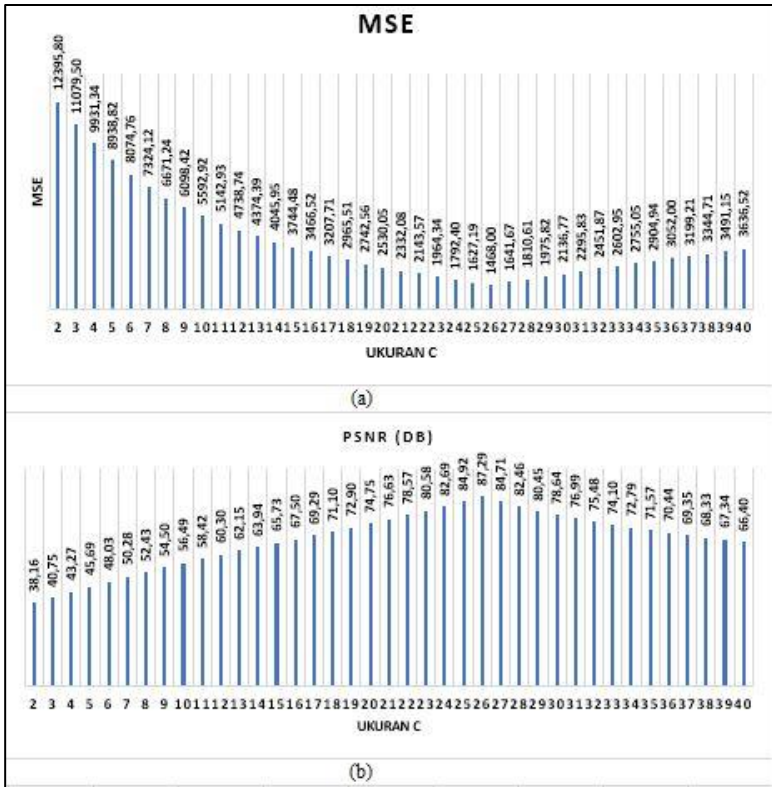
Pada data uji kedua nilai MSE terendah didapat pada ukuran $c = 6$ dengan angka 4024,45 dan PSNR 63,96 dB . Hasil dari perhitungan ukuran $c = 24 - 27$ hasilnya tidak terlalu jauh sehingga c terbaik pada saat c dalam ukuran tersebut (lihat Gambar 4.34). Setelah c berkisar antara 28 – 40 nilai MSE naik dan PSNR turun. Untuk penyajian dalam bentuk tabel dan hasil citra akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.34 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji Kedua Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR

4.6.3 Data Ketiga

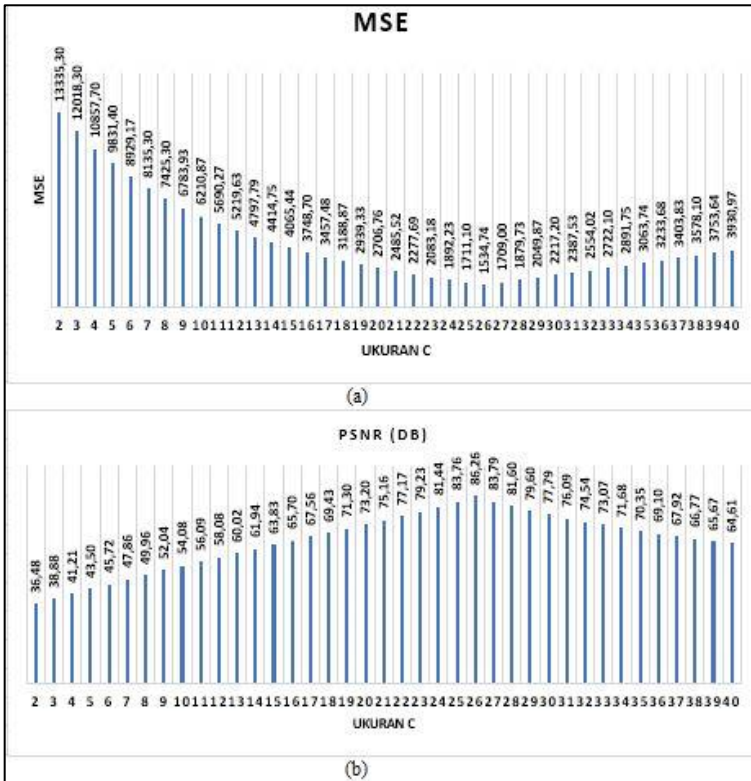
Nilai MSE yang didapatkan pada pengukuran data uji ketiga terendah pada data uji ketiga didapat pada ukuran $c = 26$ dengan angka 1468,00 dan PSNR 87,29 dB (lihat Gambar 4.35). Untuk penyajian dalam bentuk tabel dan hasil citra percobaan c akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.35 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji Ketiga Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR

4.6.4 Data Keempat

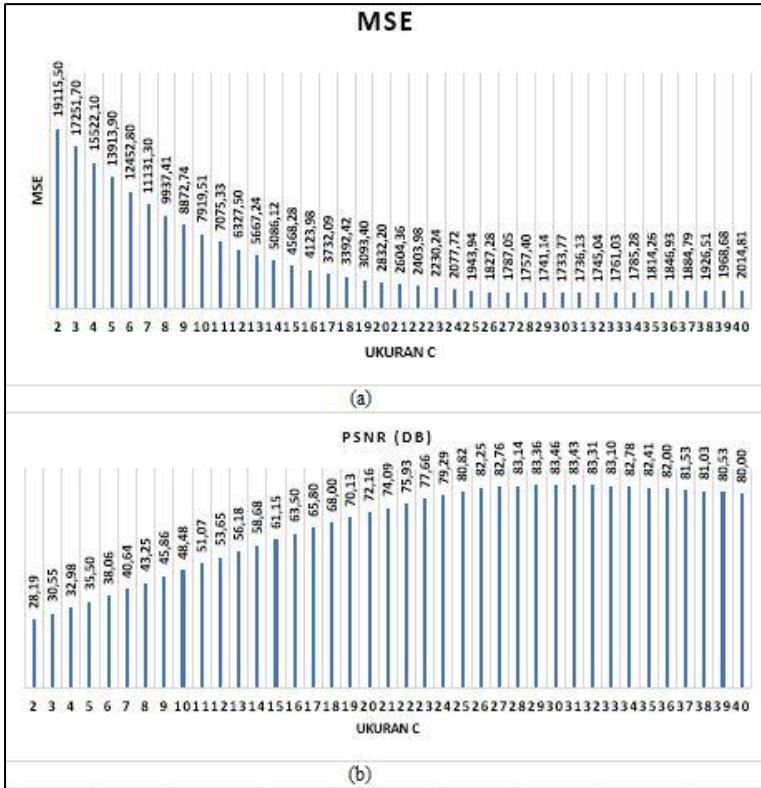
Pada data keempat nilai MSE terendah didapat pada ukuran $c = 26$ dengan angka 1534,74 dan PSNR 86,26 dB (lihat Gambar 4.36). Untuk penyajian dalam bentuk tabel dan hasil citra percobaan c akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.36 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji Keempat Menggunakan Metode Mean-C (a) MSE (b) PSNR

4.6.5 Data Kelima

Data uji kelima nilai MSE terendah didapat pada ukuran $c = 30$ dengan angka 1733,77 dan PSNR 83,46 dB (lihat Gambar 4.37). Untuk penyajian dalam bentuk tabel dan hasil citra percobaan c akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 4.37 Nilai Perhitungan Pada Percobaan Ukuran c Data Uji Kelima Menggunakan Metode Mean- c (a) MSE (b) PSNR

4.7 Percobaan Ukuran k pada Metode Sauvola

Percobaan ukuran k pada metode sauvola dilakukan menggunakan kelima data uji dengan tujuan untuk mengetahui nilai optimal dari konstanta k berdasarkan perolehan nilai pengukuran berbasis *ground-truth*.

4.7.1 Data Pertama

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Pertama

k	MSE	PSNR (dB)
0,2	5302,09	57,72
0,3	5212,83	58,11
0,4	5542,74	56,70
0,5	6006,77	54,84

Pada saat k di angka 0,3 MSE terendah yang dihasilkan yaitu 5212,83 dan PSNR tertinggi adalah 58,11 dB yang ditunjukkan pada Tabel 1.

4.7.2 Data Kedua

Pada saat k di angka 0,3 MSE terendah yang dihasilkan yaitu 4297,19 dan PSNR tertinggi adalah 62,56 dB yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Kedua

k	MSE	PSNR (dB)
0,2	4323,28	62,42
0,3	4297,19	62,56
0,4	4740,24	60,30
0,5	5777,99	55,74

4.7.3 Data Ketiga

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Ketiga

k	MSE	PSNR (dB)
0,2	2495,98	75,07
0,3	2517,11	74,87
0,4	3858,85	65,03
0,5	5282,07	57,81

Pada saat k di angka 0,2 MSE terendah yang dihasilkan yaitu 2495,98 dan PSNR tertinggi adalah 75,07 dB yang ditunjukkan pada Tabel 3.

4.7.4 Data Keempat

Pada saat k di angka 0,3 MSE terendah yang dihasilkan yaitu 2885,98 dan PSNR tertinggi adalah 71,72 dB yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Keempat

k	MSE	PSNR (dB)
0,2	3769,99	65,57
0,3	2885,98	71,72
0,4	3717,57	65,89
0,5	5464,47	57,02

4.7.5 Data Kelima

Pada saat k di angka 0,2 MSE terendah yang dihasilkan yaitu 1976,34 dan PSNR tertinggi adalah 80,44 dB yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Variasi k pada Metode Sauvola Data Uji Kelima

k	MSE	PSNR (dB)
0,2	1976,34	80,44
0,3	2003,76	80,12
0,4	2774,64	72,63
0,5	3725,00	65,85

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini, segmentasi teks naskah kuno menggunakan *local adaptive thresholding* yaitu dengan Metode Mean-C, Metode Sauvola dan Metode Niblack. Citra yang dihasilkan melalui metode tersebut dilakukan pengukuran MSE dan PSNR berbasis *ground-truth*. Setelah dilakukan beberapa pengujian, didapatkan hasil berikut :

1. Dari evaluasi visual untuk kelima data uji menggunakan Metode Mean-C, Sauvola dan Niblack, Metode Niblack menghasilkan citra yang mempunyai banyak *noise*.
2. Untuk hasil pengukuran berbasis *ground-truth* berbanding lurus dengan hasil uji evaluasi visual, yakni untuk Metode Niblack menghasilkan MSE yang besar dan PSNR yang rendah.
 - a. Data uji pertama MSE paling rendah yaitu 12140,80 dan PSNR yang paling tinggi 38,64 dB.
 - b. Data uji kedua MSE paling rendah yaitu 6597,56 dan PSNR yang paling tinggi 52,68 dB.
 - c. Data uji ketiga MSE paling rendah yaitu 8173,31 dan PSNR yang paling tinggi 47,78 dB.
 - d. Data uji keempat MSE paling rendah yaitu 8691,70 dan PSNR yang paling tinggi 46,34 dB.
 - e. Data uji kelima MSE paling rendah yaitu 9389,16 dan PSNR yang paling tinggi 44,50 dB.
3. Untuk Metode Mean-C dari evaluasi visual menghasilkan citra yang lebih baik dari Metode Niblack, dan berikut hasil dari pengukuran berbasis *ground-truth*.
 - a. Data uji pertama MSE paling rendah yaitu 5196,06 dan PSNR yang paling tinggi 58,18 dB.
 - b. Data uji kedua MSE paling rendah yaitu 4042,45 dan PSNR yang paling tinggi 63,96 dB.
 - c. Data uji ketiga MSE paling rendah yaitu 1468,00 dan PSNR yang paling tinggi 87,29 dB.
 - d. Data uji keempat MSE paling rendah yaitu 1534,74 dan PSNR yang paling tinggi 86,20 dB.
 - e. Data uji kelima MSE paling rendah 1827,28 yaitu dan PSNR yang paling tinggi 82,25 dB.

2. Metode Sauvola dari evaluasi visual menghasilkan hasil terbaik dari ketiga metode tersebut. Dan hasil dari pengukuran berbasis *ground-truth* sebagai berikut :
 - a. Data uji pertama MSE paling rendah yaitu 5201,86 dan PSNR yang paling tinggi 58,16 dB.
 - b. Data uji kedua MSE paling rendah yaitu 4297,19 dan PSNR yang paling tinggi 62,56 dB.
 - c. Data uji ketiga MSE paling rendah yaitu 2517,11 dan PSNR yang paling tinggi 74,87 dB.
 - d. Data uji keempat MSE paling rendah yaitu 2596,63 dan PSNR yang paling tinggi 74,16 dB.
 - e. Data uji kelima MSE paling rendah 1928,01 yaitu dan PSNR yang paling tinggi 81,01 dB.
3. Hal – hal yang mempengaruhi segmentasi selain kerusakan pada naskah itu sendiri antara lain : intensitas cahaya yang tidak merata dan serat naskah yang sudah rusak (mencuat keluar).

5.2 Saran

Demi pengembangan lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, disarankan beberapa langkah lanjutan sebagai berikut :

1. Selain ketiga metode yang penulis gunakan, pengembangan metode *local adaptive thresholding* sudah banyak dilakukan sehingga untuk segmentasi naskah kuno yang mengalami kerusakan yang cukup parah dapat menggunakan metode yang sudah dikembangkan.
2. Dapat membantu proses segmentasi pada sistem OCR (*Optical Character Recognition*) naskah kuno.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erika, “Strategi Preservasi Naskah Kuno, Pengalaman Digitalisasi Naskah Kuno di Ppim Uin Jakarta, dan Rencana Digitalisasi Naskah Kuno,” 2011. [Online]. Available: <https://nidafadlan.wordpress.com/2011/03/04/strategi-preservasi-naskah-kuno-pengalaman-digitalisasi-naskah-kuno-di-ppim-uin-jakarta-dan-rencana-digitalisasi-naskah-kuno/>. [Accessed: 23-Nov-2017].
- [2] Anonim, “Naskah Kuno.” [Online]. Available: <https://tanahmemerah.wordpress.com/kasastraan/naskah-kuno/>. [Accessed: 23-Nov-2017].
- [3] M. S. Sutramiani, Ni Putu, I Ketut Gede Dharma Putra, “Local Adaptive Thresholding Pada Preprocessing Citra Lontar Aksara Bali,” 2015.
- [4] E. Prasetyo, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab*. Penerbit ANDI Yogyakarta, 2011.
- [5] A. Fauzan, “Konversi Ruang Warna RGB ke CMY dan CMY ke RGB, Bagaimana Caranya?,” 2017. [Online]. Available: <http://www.charisfauzan.net/2017/02/konversi-ruang-warna-rgb-ke-cmy-dan-cmy.html>. [Accessed: 16-Dec-2017].
- [6] Y. D. Mahandi, “BINERISASI NASKAH KUNO MENGGUNAKAN LOCAL ADAPTIVE THRESHOLD,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [7] P. A. Cahyan, M. Aswin, and A. Mustofa, “SEGMENTASI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA WATERSHED DAN LOWPASS FILTER SEBAGAI PROSES AWAL,” Universitas Brawijaya, 2013.
- [8] M. Hidayat, “Segmentasi Citra,” 2012.
- [9] J. Hendry, “Perbedaan Antara Local Thresholding Dengan Global Thresholding,” pp. 1–2, 2012.
- [10] J. Hendry, “Local Adaptive Thresholding Using Niblack’s

- Technique,” 2012.
- [11] J. Hendry, “Local Adaptive Thresholding Using Sauvola’s Technique,” 2012.
 - [12] Darma Putra, *Pengolahan Citra Digital*. 2010.
 - [13] R. Wati, “MSE Dan PSNR.”

LAMPIRAN

A. Data Uji Pertama

i. Percobaan ukuran *window* Metode Mean-c



(a)



(b)

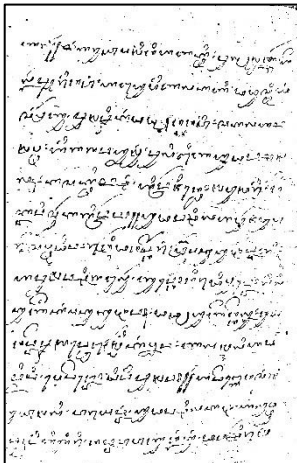


(c)

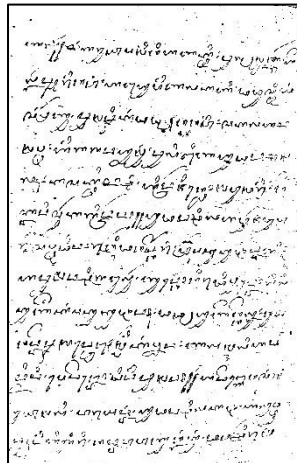


(d)

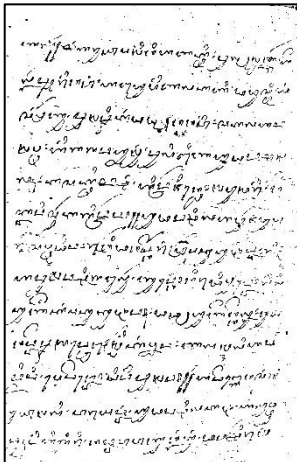
Lampiran 1 Hasil Segmentasi Data Uji Pertama Metode Mean-c dengan ukuran *window* (a) 51 (b) 53 (c) 55 (d) 57



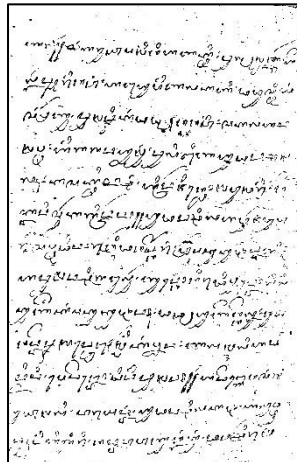
(a)



(b)



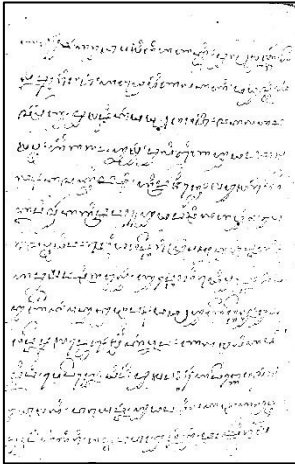
(c)



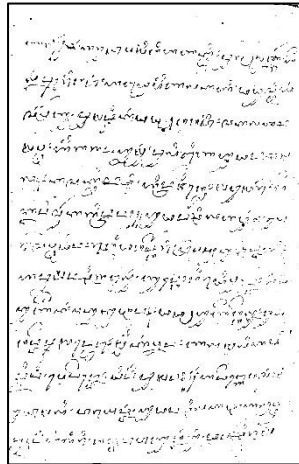
(d)

Lampiran 2 Hasil Segmentasi Data Uji Pertama Metode Mean-c dengan ukuran window (a) 67 (b) 69 (c) 71 (d) 73

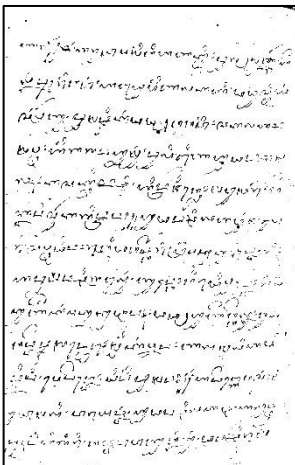
ii. Percobaan ukuran *window* Metode Sauvola



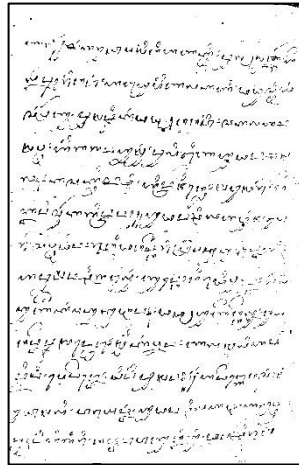
(a)



(b)

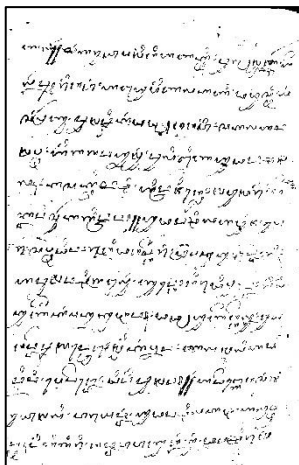


(c)

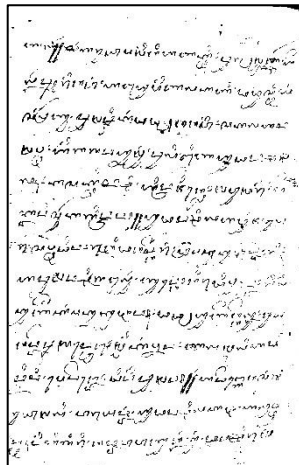


(d)

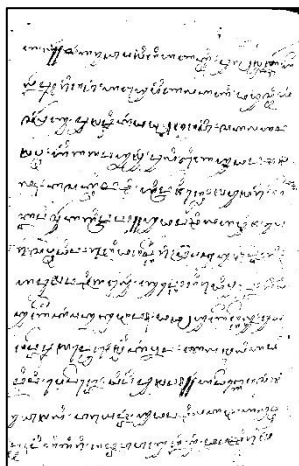
Lampiran 3 Hasil Segmentasi Data Uji Pertama Metode Sauvola dengan ukuran *window* (a) 41 (b) 51 (c) 61 (d) 71



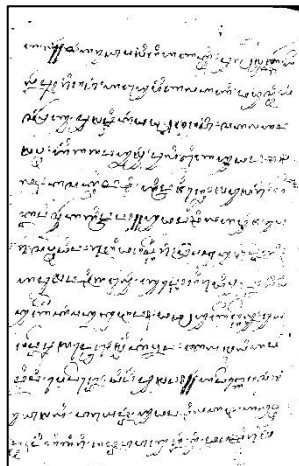
(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 4 Hasil Segmentasi Data Uji Pertama Metode Sauvola dengan ukuran window (a) 241 (b) 251 (c) 261 (d) 271

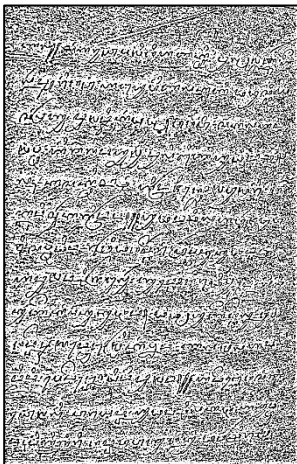
iii. Percobaan ukuran *window* Metode Niblack



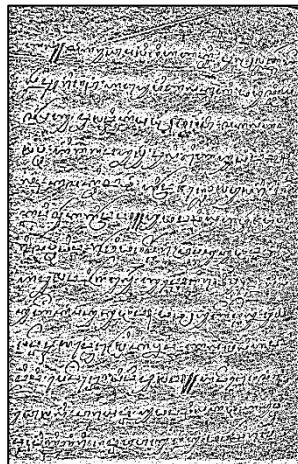
(a)



(b)

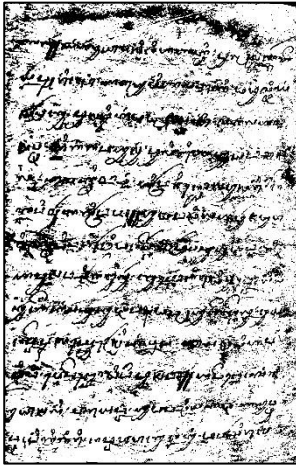


(c)

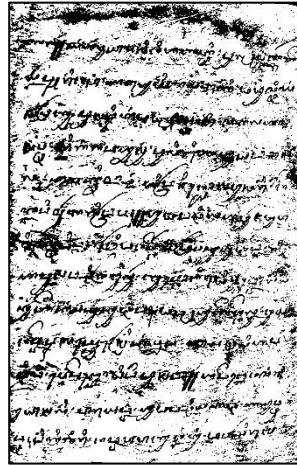


(d)

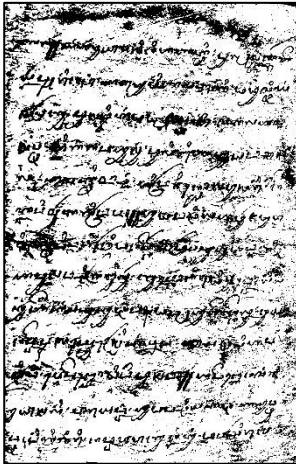
Lampiran 5 Hasil Segmentasi Data Uji Pertama Metode Niblack dengan ukuran *window* (a) 41 (b) 51 (c) 61 (d) 71



(a)



(b)

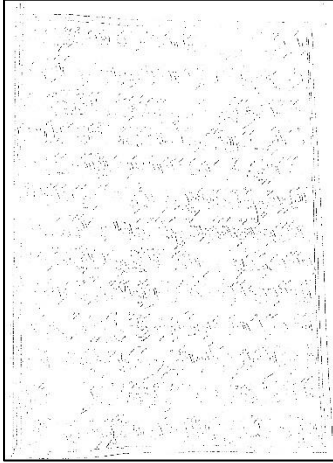


(c)

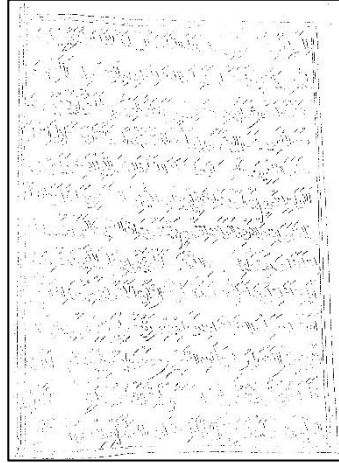
Lampiran 6 Hasil Segmentasi Data Uji Pertama Metode Niblack dengan ukuran window (a) 281 (b) 291 (c) 301

B. Data Uji Kedua

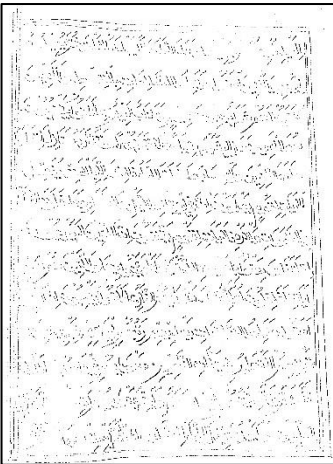
i. Percobaan ukuran *window* Metode Mean-c



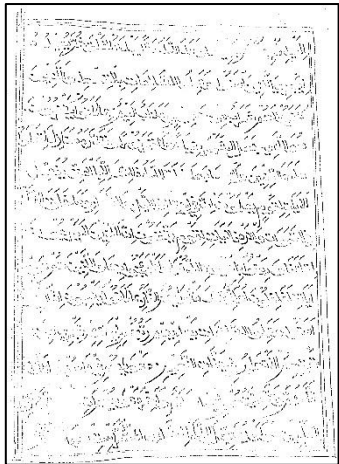
(a)



(b)

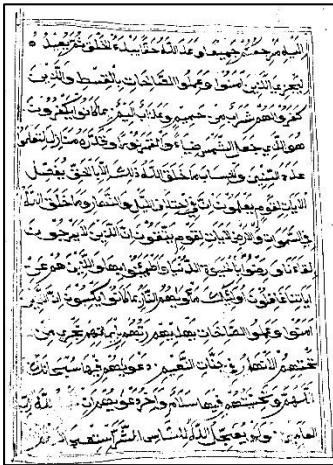


(c)

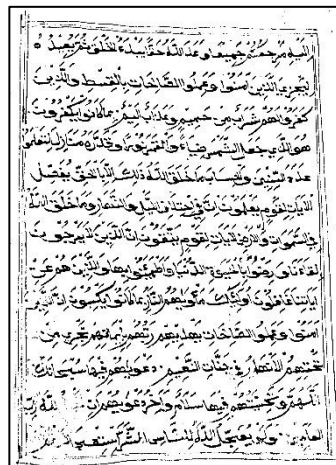


(d)

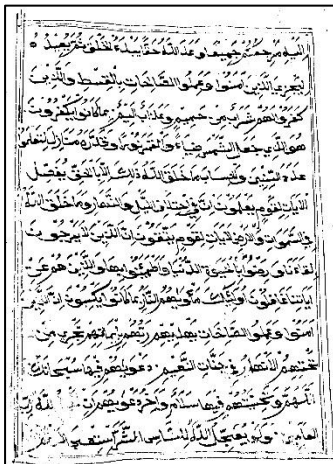
Lampiran 7 Hasil Segmentasi Data Uji Kedua Metode Mean-c dengan ukuran window (a) 11 (b) 13 (c) 15 (d) 17



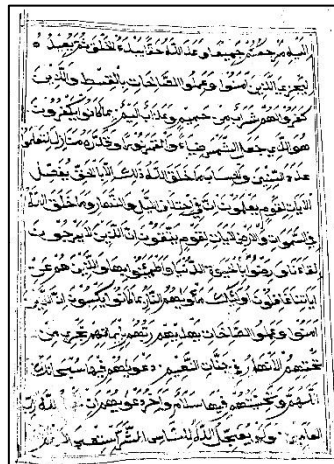
(a)



(b)



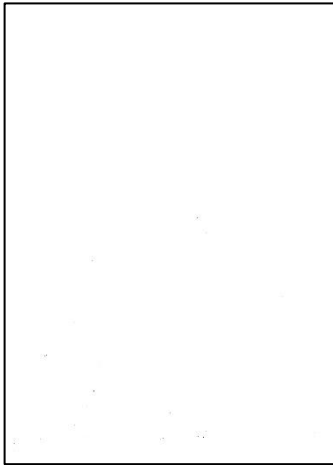
(c)



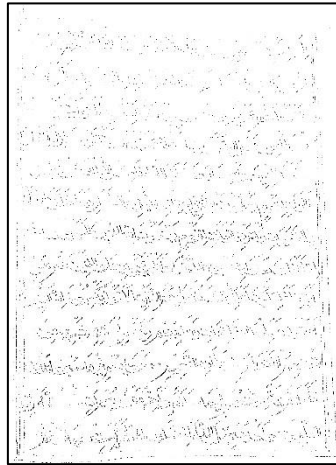
(d)

Lampiran 8 Hasil Segmentasi Data Uji Kedua Metode Mean-c dengan ukuran window (a) 67 (b) 69 (c) 71 (d) 73

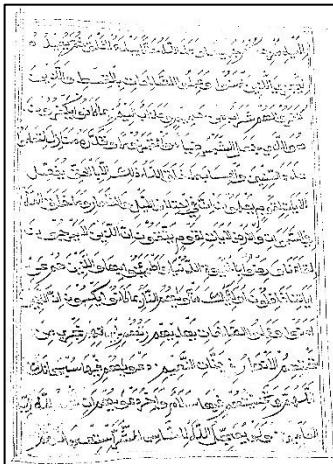
ii. Percobaan ukuran *window* Metode Sauvola



(a)



(b)

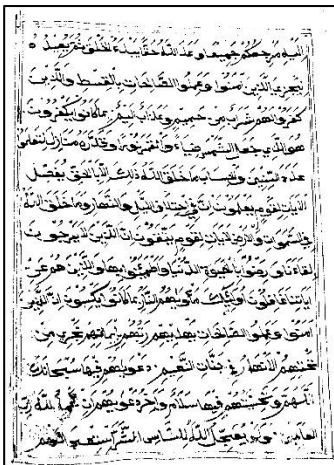


(c)

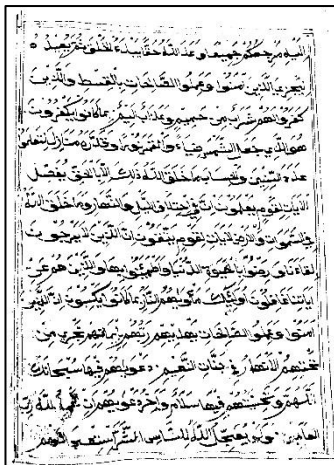


(d)

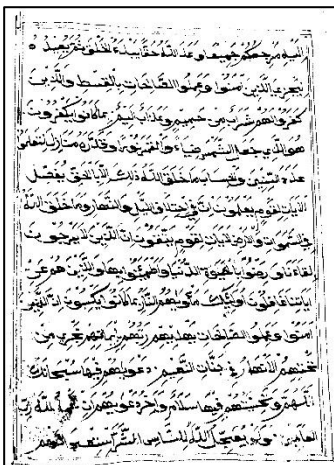
Lampiran 9 Hasil Segmentasi Data Uji Kedua Metode Sauvola dengan ukuran *window* (a) 3 (b) 11 (c) 21 (d) 31



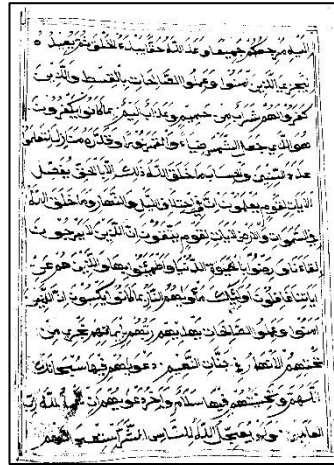
(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 10 Hasil Segmentasi Data Uji Kedua Metode Sauvola dengan ukuran window (a) 121 (b) 131 (c) 141 (d) 151

iii. Percobaan ukuran *window* Metode Niblack



(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 11 Hasil Segmentasi Data Uji Kedua Metode Niblack dengan ukuran *window* (a) 41 (b) 51 (c) 61 (d) 71



(a)



(b)



(c)



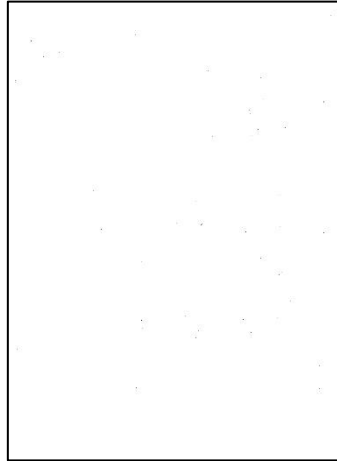
(d)

Lampiran 12 Hasil Segmentasi Data Uji Kedua Metode Niblack dengan ukuran window (a) 241 (b) 251 (c) 261 (d) 271

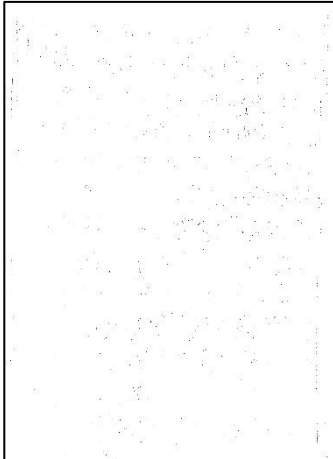
C. Data Uji Ketiga
ii. Percobaan ukuran *window* Metode Mean-c



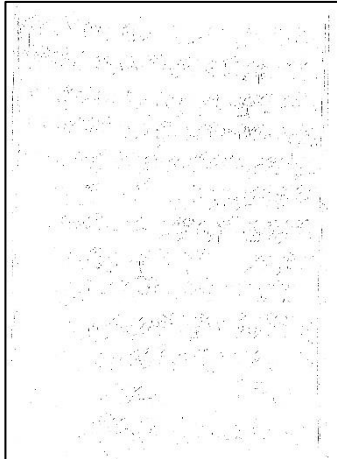
(a)



(b)

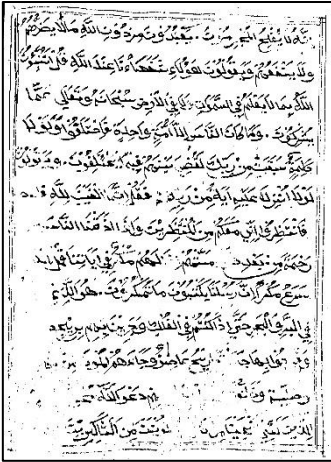


(c)

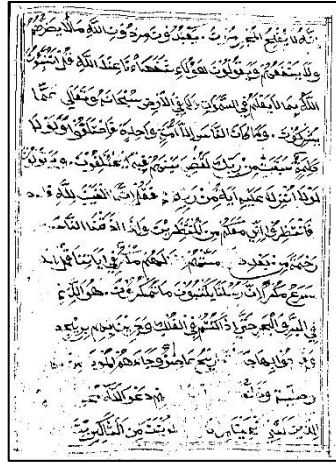


(d)

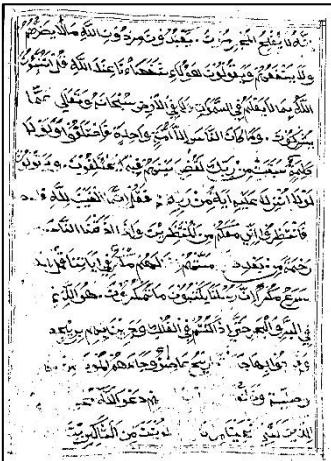
Lampiran 13 Hasil Segmentasi Data Uji Ketiga Metode Mean-c
dengan ukuran window (a) 3 (b) 5 (c) 7 (d) 9



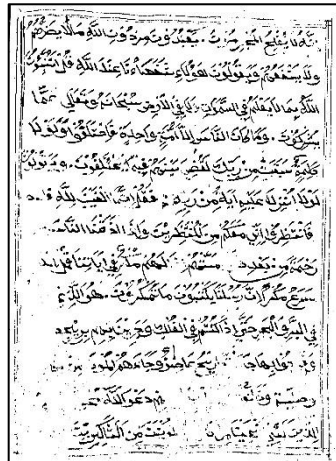
(a)



(b)



(c)



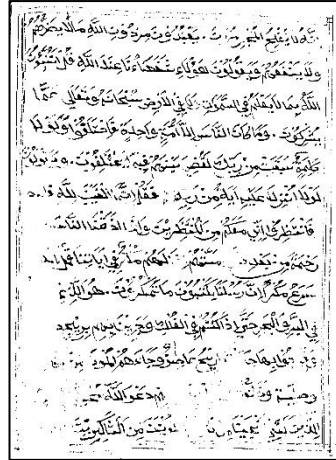
(d)

Lampiran 14 Hasil Segmentasi Data Uji Ketiga Metode Mean-c dengan ukuran window (a) 67 (b) 69 (c) 71 (d) 73

iii. Percobaan ukuran *window* Metode Sauvola



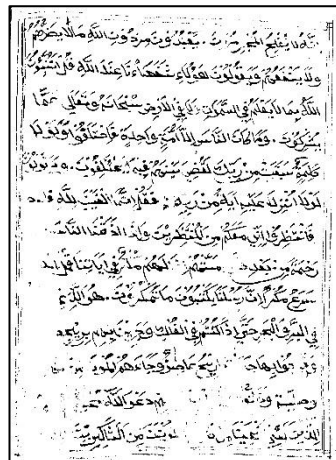
(a)



(b)

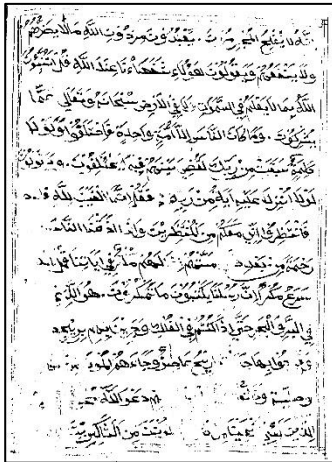


(c)

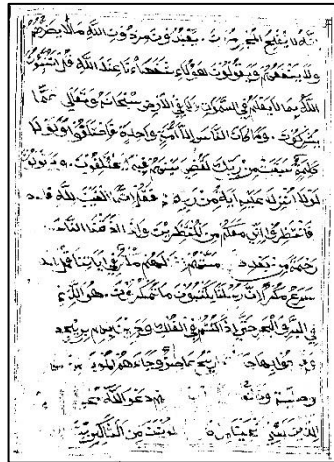


(d)

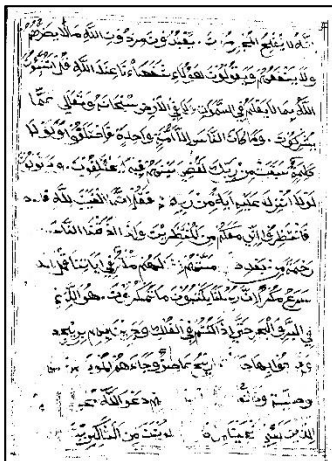
Lampiran 15 Hasil Segmentasi Data Uji Ketiga Metode Sauvola dengan ukuran *window* (a) 41 (b) 51 (c) 61 (d) 71



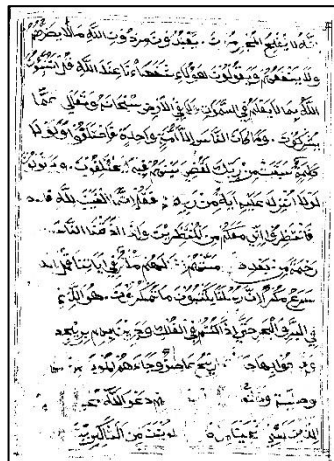
(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 16 Hasil Segmentasi Data Uji Ketiga Metode Sauvola dengan ukuran window (a) 81 (b) 91 (c) 101 (d) 111

iv. Percobaan ukuran *window* Metode Niblack



(a)



(b)

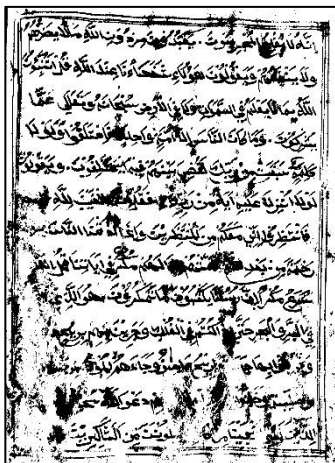


(c)



(d)

Lampiran 17 Hasil Segmentasi Data Uji Ketiga Metode Niblack dengan ukuran *window* (a) 81 (b) 91 (c) 101 (d) 111



(a)



(b)



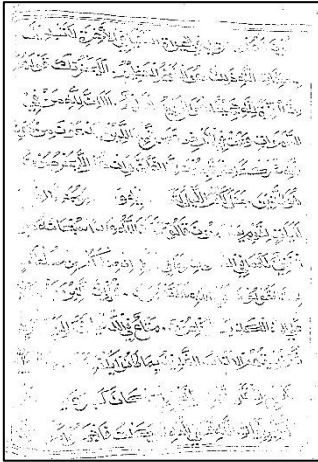
(c)



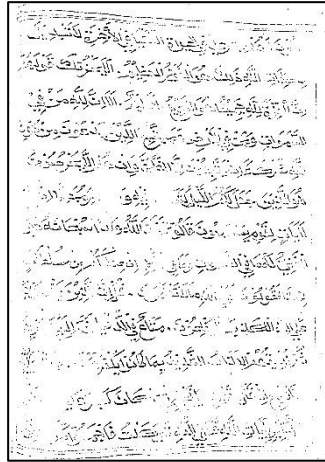
(d)

Lampiran 18 Hasil Segmentasi Data Uji Ketiga Metode Niblack dengan ukuran window (a) 241 (b) 251 (c) 261 (d) 271

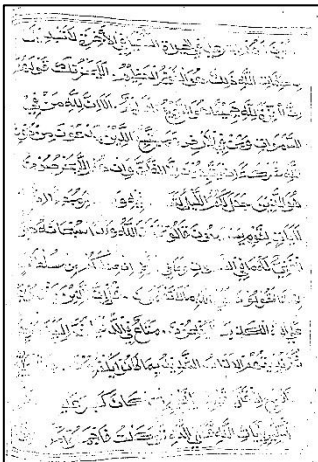
D. Data Uji Keempat
i. Percobaan ukuran *window* Metode Mean-c



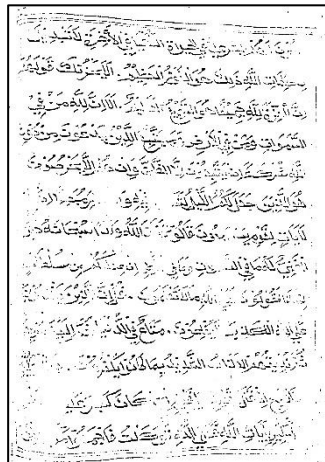
(a)



(b)

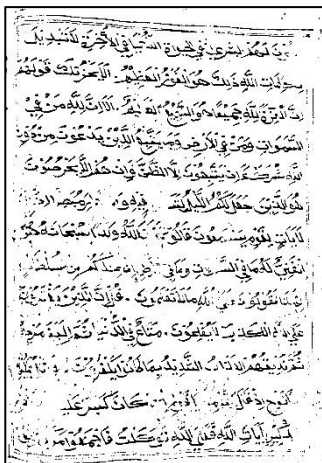


(c)

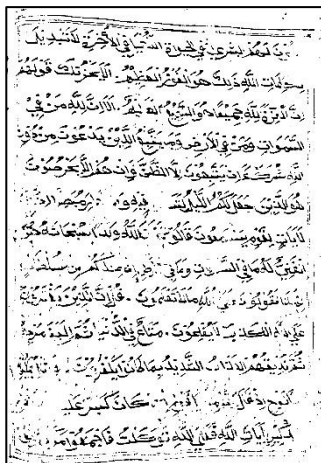


(d)

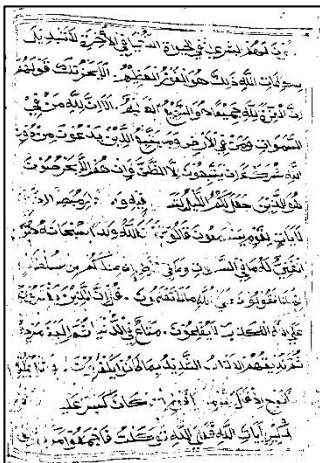
Lampiran 19 Hasil Segmentasi Data Uji Keempat Metode Mean-c dengan ukuran *window* (a) 19 (b) 21 (c) 23 (d) 25



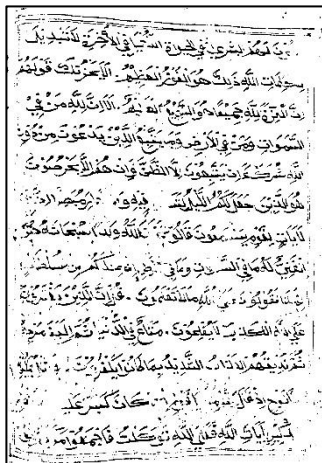
(a)



(b)



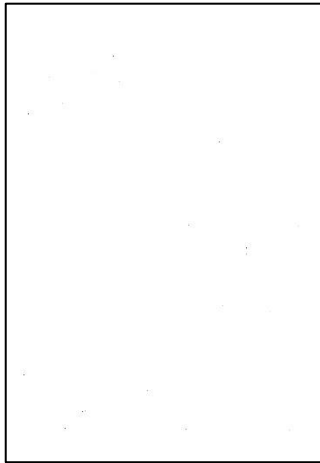
(c)



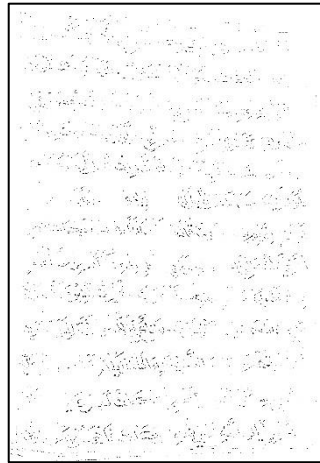
(d)

Lampiran 20 Hasil Segmentasi Data Uji Keempat Metode Mean-c dengan ukuran window (a) 67 (b) 69 (c) 71 (d) 73

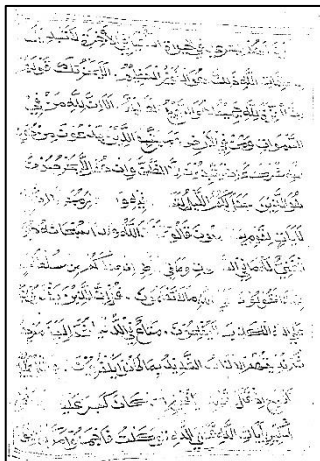
ii. Percobaan ukuran *window* Metode Sauvola



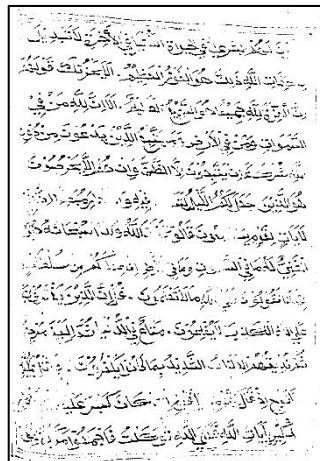
(a)



(b)

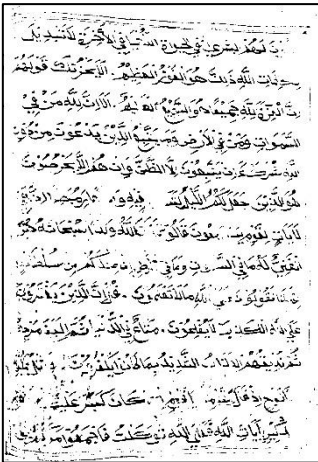


(c)

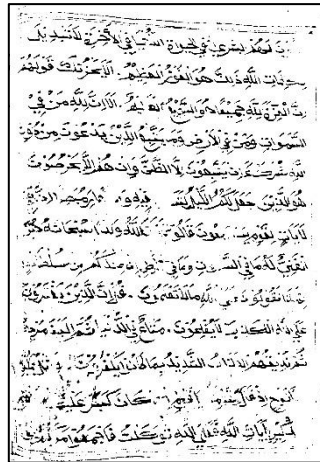


(d)

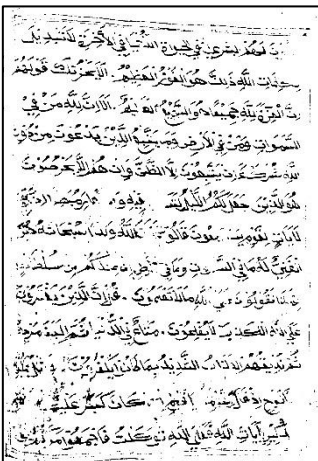
Lampiran 21 Hasil Segmentasi Data Uji Keempat Metode Sauvola dengan ukuran *window* (a) 3 (b) 11 (c) 21 (d) 31



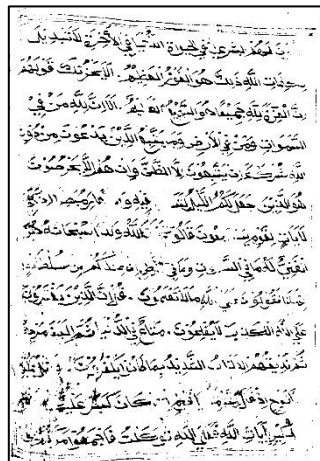
(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 22 Hasil Segmentasi Data Uji Keempat Metode Sauvola dengan ukuran window (a) 81 (b) 91 (c) 101 (d) 111

iii. Percobaan ukuran window Metode Niblack



(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 23 Hasil Segmentasi Data Uji Keempat Metode Niblack dengan ukuran window (a) 41 (b) 51 (c) 61 (d) 71



(a)



(b)



(c)

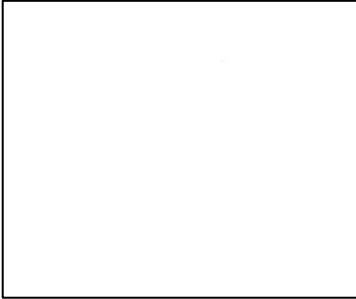


(d)

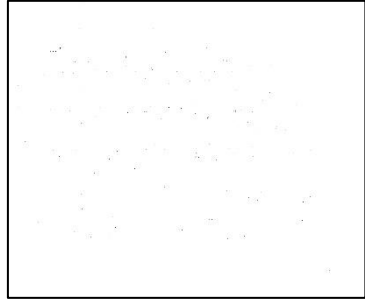
Lampiran 24 Hasil Segmentasi Data Uji Keempat Metode Niblack dengan ukuran window (a) 201 (b) 211 (c) 221 (d) 231

E. Data Uji Kelima

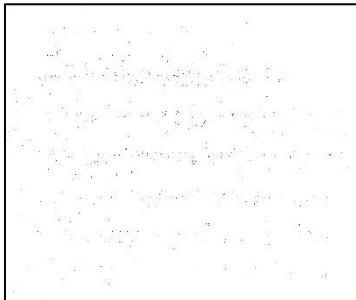
i. Percobaan ukuran *window* Metode Mean-c



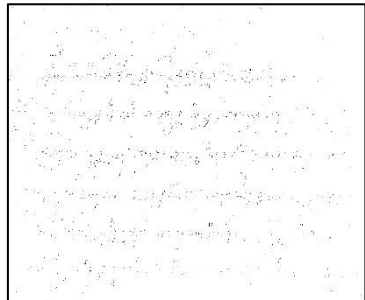
(a)



(b)

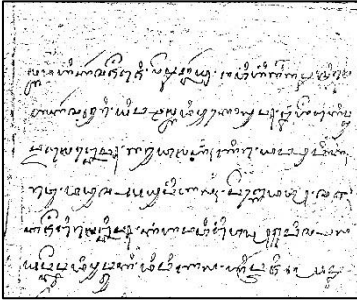


(c)

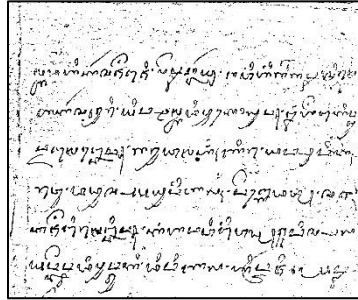


(d)

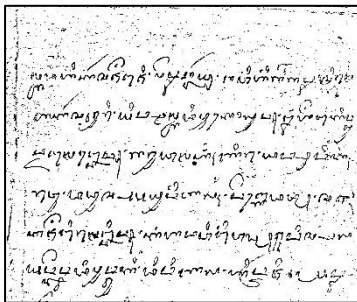
Lampiran 25 Hasil Segmentasi Data Uji Kelima Metode Mean-c
dengan ukuran *window* (a) 3 (b) 5 (c) 7 (d) 9



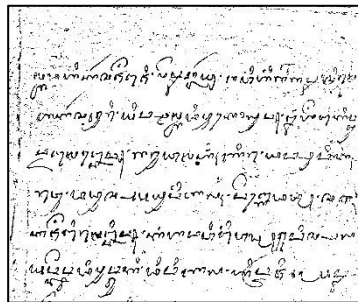
(a)



(b)



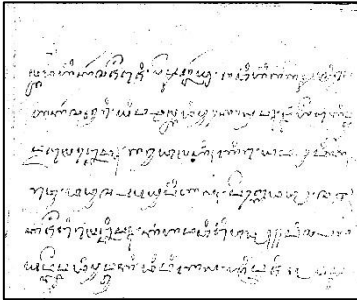
(c)



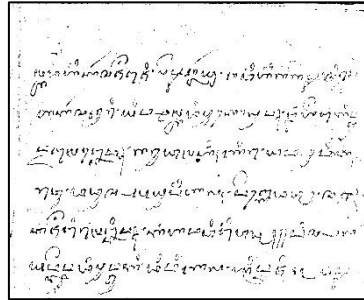
(d)

Lampiran 26 Hasil Segmentasi Data Uji Kelima Metode Mean-c
dengan ukuran window (a) 67 (b) 69 (c) 71 (d) 73

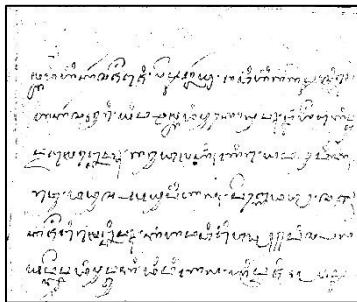
ii. Percobaan ukuran *window* Metode Sauvola



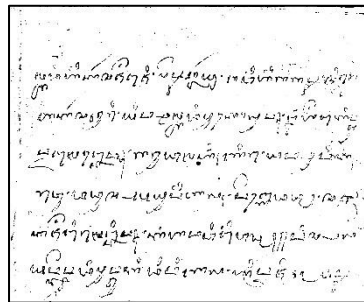
(a)



(b)

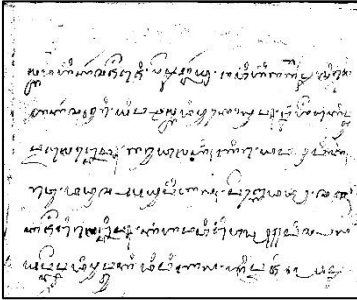


(c)

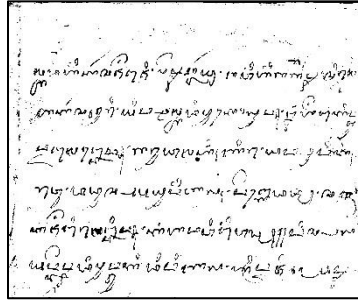


(d)

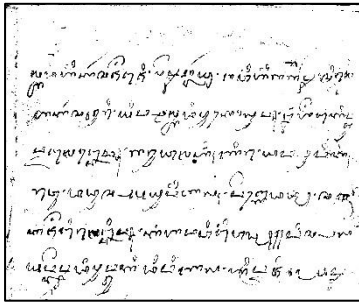
Lampiran 27 Hasil Segmentasi Data Uji Kelima Metode Sauvola dengan ukuran *window* (a) 41 (b) 51 (c) 61 (d) 71



(a)



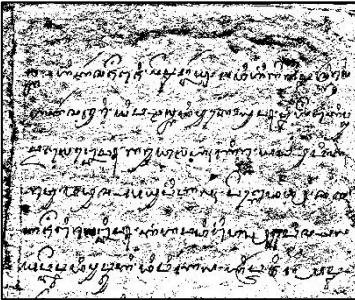
(b)



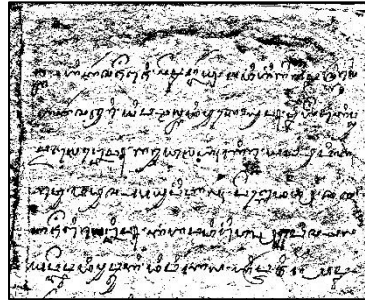
(c)

Lampiran 28 Hasil Segmentasi Data Uji Kelima Metode Sauvola
dengan ukuran window (a) 281 (b) 291 (c) 301

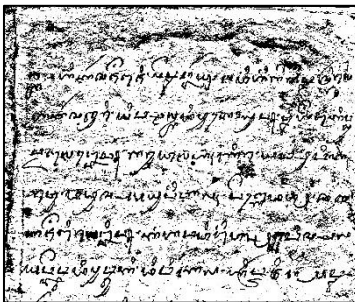
iii. Percobaan ukuran *window* Metode Niblack



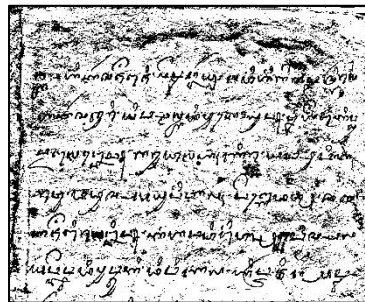
(a)



(b)

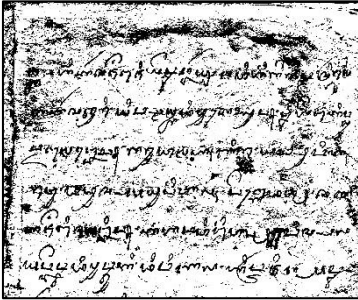


(c)

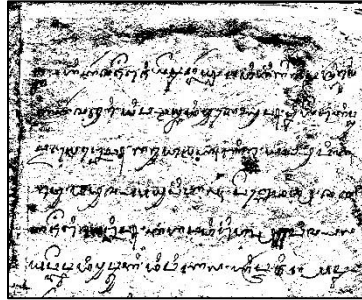


(d)

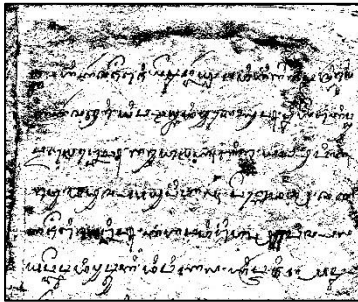
Lampiran 29 Hasil Segmentasi Data Uji Kelima Metode Niblack dengan ukuran *window* (a) 161 (b) 171 (c) 181 (d) 191



(a)



(b)



(c)

Lampiran 30 Hasil Segmentasi Data Uji Kelima Metode Niblack
dengan ukuran window (a) 281 (b) 291 (c) 301

A. Hasil Perhitungan Berbasis *Ground-truth* Metode Mean-c

i. Data 1

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	6226,88	54,02
5	6227,23	54,01
7	6226,41	54,02
9	6216,18	54,06
11	6172,32	54,22
13	6070,84	54,60
15	5930,02	55,14
17	5785,25	55,71
19	5661,52	56,21
21	5564,43	56,61
23	5483,90	56,94
25	5420,85	57,21
27	5372,96	57,41
29	5335,05	57,58
31	5307,41	57,70
33	5285,42	57,79
35	5266,99	57,87
37	5251,54	57,94
39	5238,58	58,00
41	5228,96	58,04
43	5221,81	58,07
45	5214,70	58,10
47	5209,91	58,12
49	5205,70	58,14
51	5203,89	58,15
53	5201,30	58,16
55	5200,35	58,16
57	5199,47	58,17
59	5198,75	58,17
61	5197,03	58,18
63	5196,53	58,18
65	5197,36	58,18
67	5197,06	58,18
69	5196,07	58,18
71	5196,06	58,18
73	5196,17	58,18
75	5196,32	58,18
77	5198,41	58,17
79	5197,96	58,17
81	5199,25	58,17
83	5200,40	58,16
85	5201,82	58,16
87	5202,46	58,16
89	5203,45	58,15
91	5204,40	58,15
93	5206,41	58,14
95	5206,26	58,14
97	5207,44	58,13
99	5208,97	58,13

ii. Data 2

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	9216,57	44,99
5	9214,08	44,99
7	9173,55	45,09
9	9023,19	45,48
11	8716,88	46,27
13	8279,14	47,46
15	7791,45	48,85
17	7298,47	50,36
19	6808,26	51,96
21	6344,95	53,58
23	5955,55	55,04
25	5651,86	56,25
27	5412,89	57,24
29	5217,29	58,09
31	5054,91	58,82
33	4915,42	59,46
35	4794,86	60,03
37	4694,12	60,52
39	4611,01	60,93
41	4535,85	61,31
43	4470,06	61,65
45	4412,22	61,95
47	4360,00	62,22
49	4315,60	62,46
51	4272,77	62,69
53	4235,18	62,89
55	4202,08	63,07
57	4174,02	63,23
59	4148,40	63,37
61	4126,02	63,49
63	4105,03	63,61
65	4088,28	63,70
67	4073,05	63,79
69	4057,27	63,88
71	4042,45	63,96
73	4044,52	63,95
75	4050,15	63,92
77	4055,18	63,89
79	4061,68	63,85
81	4067,59	63,82
83	4073,45	63,79
85	4079,90	63,75
87	4086,24	63,72
89	4092,53	63,68
91	4099,35	63,64
93	4105,14	63,61
95	4112,00	63,57
97	4117,51	63,54
99	4123,74	63,51

iii. Data 3

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	9210,59	45,00
5	9203,99	45,02
7	9110,35	45,25
9	8841,97	45,94
11	8369,23	47,21
13	7702,46	49,12
15	6932,44	51,54
17	6184,85	54,17
19	5509,89	56,83
21	4944,60	59,33
23	4479,56	61,60
25	4098,04	63,65
27	3793,53	65,43
29	3540,70	67,02
31	3327,52	68,45
33	3145,44	69,74
35	2989,44	70,91
37	2849,89	72,01
39	2724,46	73,05
41	2608,42	74,05
43	2503,94	74,99
45	2407,48	75,90
47	2316,16	76,79
49	2227,79	77,68
51	2146,95	78,53
53	2070,98	79,36
55	1996,21	80,21
57	1925,45	81,04
59	1855,92	81,89
61	1788,13	82,75
63	1720,92	83,63
65	1654,70	84,53
67	1591,41	85,43
69	1529,08	86,35
71	1468,00	87,29
73	1526,22	86,39
75	1581,35	85,58
77	1635,03	84,81
79	1687,90	84,07
81	1738,24	83,40
83	1785,31	82,78
85	1830,75	82,20
87	1875,49	81,65
89	1917,15	81,14
91	1957,96	80,66
93	1996,88	80,20
95	2034,99	79,77
97	2072,27	79,35
99	2108,35	78,95

iv. Data 4

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	8686,31	46,35
5	8684,10	46,36
7	8642,74	46,47
9	8496,00	46,86
11	8186,68	47,72
13	7695,06	49,14
15	7059,29	51,13
17	6331,36	53,63
19	5632,80	56,33
21	5052,43	58,83
23	4575,96	61,11
25	4184,40	63,17
27	3869,58	64,97
29	3609,48	66,57
31	3394,55	67,99
33	3212,52	69,26
35	3054,68	70,42
37	2917,20	71,48
39	2794,93	72,46
41	2681,48	73,42
43	2578,24	74,32
45	2483,39	75,18
47	2391,45	76,05
49	2305,90	76,89
51	2223,64	77,73
53	2144,37	78,56
55	2069,03	79,39
57	1996,81	80,20
59	1928,60	81,00
61	1862,23	81,81
63	1794,29	82,67
65	1726,61	83,55
67	1661,29	84,44
69	1597,29	85,34
71	1534,74	86,26
73	1595,13	85,38
75	1654,84	84,53
77	1712,49	83,74
79	1769,47	82,99
81	1824,04	82,29
83	1876,07	81,64
85	1924,67	81,05
87	1972,78	80,48
89	2017,76	79,96
91	2061,32	79,47
93	2105,59	78,98
95	2145,43	78,55
97	2185,11	78,13
99	2224,25	77,72

v. **Data 5**

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	4442,17	61,79
5	4432,60	61,84
7	4373,17	62,15
9	4235,27	62,89
11	3981,33	64,31
13	3643,42	66,36
15	3304,23	68,61
17	3018,44	70,69
19	2791,05	72,49
21	2615,20	73,99
23	2481,29	75,20
25	2378,33	76,18
27	2297,81	76,97
29	2232,65	77,63
31	2178,78	78,20
33	2133,97	78,67
35	2095,77	79,09
37	2062,84	79,46
39	2034,64	79,77
41	2010,23	80,05
43	1987,78	80,31
45	1969,34	80,52
47	1952,08	80,73
49	1935,60	80,92
51	1921,01	81,10
53	1908,95	81,24
55	1895,30	81,41
57	1883,18	81,55
59	1873,23	81,68
61	1864,10	81,79
63	1855,17	81,90
65	1847,64	81,99
67	1841,47	82,07
69	1833,86	82,16
71	1827,28	82,25
73	1842,21	82,06
75	1856,64	81,88
77	1869,60	81,72
79	1883,33	81,55
81	1897,61	81,38
83	1910,47	81,22
85	1922,40	81,08
87	1934,47	80,93
89	1946,01	80,80
91	1956,55	80,67
93	1967,84	80,54
95	1979,10	80,41
97	1989,32	80,29
99	2000,03	80,17

B. Hasil Perhitungan Berbasis *Ground-truth* Metode Sauvola

i. Data 1

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	6226,88	54,02
11	6192,13	54,15
21	5702,78	56,04
31	5453,01	57,07
41	5351,92	57,50
51	5302,65	57,72
61	5278,09	57,82
71	5262,87	57,89
81	5250,38	57,94
91	5240,88	57,99
101	5232,51	58,02
111	5227,79	58,04
121	5222,68	58,07
131	5218,04	58,09
141	5213,22	58,11
151	5210,58	58,12
161	5207,96	58,13
171	5205,85	58,14
181	5204,14	58,15
191	5202,59	58,15
201	5202,57	58,15
211	5202,64	58,15
221	5202,40	58,16
231	5202,17	58,16
241	5201,95	58,16
251	5201,95	58,16
261	5201,86	58,16
271	5203,83	58,15
281	5204,40	58,15
291	5206,25	58,14
301	5207,77	58,13

ii. Data 2

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	9214,90	44,99
11	8432,82	47,03
21	5877,67	55,35
31	4913,96	59,47
41	4593,03	61,02
51	4438,38	61,81
61	4355,57	62,25
71	4314,04	62,47
81	4300,91	62,54
91	4297,62	62,55
101	4297,19	62,56
111	4298,76	62,55
121	4303,96	62,52
131	4312,49	62,48
141	4324,95	62,41
151	4342,25	62,32
161	4358,02	62,23
171	4375,75	62,14
181	4393,36	62,05
191	4412,95	61,94
201	4429,53	61,86
211	4447,57	61,76
221	4463,87	61,68
231	4479,09	61,60
241	4494,80	61,52
251	4510,26	61,44
261	4525,00	61,37
271	4538,40	61,30
281	4550,82	61,24
291	4561,34	61,18
301	4571,61	61,13

iii. Data 3

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	9205,27	45,02
11	7591,99	49,45
21	4624,43	60,87
31	3618,83	66,51
41	3145,34	69,74
51	2850,51	72,01
61	2663,98	73,57
71	2558,49	74,50
81	2517,11	74,87
91	2524,65	74,80
101	2554,91	74,53
111	2589,72	74,22
121	2621,78	73,93
131	2653,41	73,66
141	2688,74	73,35
151	2726,76	73,03
161	2764,51	72,71
171	2803,91	72,39
181	2843,75	72,06
191	2884,58	71,73
201	2923,76	71,42
211	2965,19	71,10
221	3002,33	70,81
231	3037,99	70,54
241	3075,51	70,26
251	3108,88	70,01
261	3141,41	69,77
271	3171,41	69,55
281	3198,62	69,36
291	3224,10	69,17
301	3248,19	69,00

iv. Data 4

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	8685,97	46,35
11	7908,19	48,51
21	4839,09	59,82
31	3617,73	66,52
41	3125,12	69,89
51	2851,13	72,00
61	2695,98	73,29
71	2614,03	74,00
81	2596,63	74,16
91	2622,11	73,93
101	2666,69	73,54
111	2717,76	73,11
121	2771,72	72,65
131	2828,73	72,18
141	2885,98	71,72
151	2946,39	71,25
161	3008,54	70,77
171	3067,66	70,32
181	3127,14	69,88
191	3183,59	69,46
201	3238,26	69,07
211	3291,42	68,70
221	3342,75	68,34
231	3392,32	68,00
241	3438,83	67,69
251	3480,26	67,41
261	3519,88	67,15
271	3554,81	66,92
281	3586,24	66,72
291	3614,48	66,54
301	3640,33	66,38

v. Data 5

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	4442,63	61,79
11	4278,82	62,66
21	3274,28	68,82
31	2721,08	73,08
41	2472,25	75,29
51	2335,46	76,60
61	2248,54	77,47
71	2185,43	78,13
81	2141,20	78,6
91	2106,37	78,97
101	2076,95	79,30
111	2053,17	79,56
121	2032,87	79,79
131	2016,47	79,98
141	2003,76	80,12
151	1993,39	80,24
161	1984,53	80,35
171	1977,21	80,43
181	1970,60	80,51
191	1965,51	80,57
201	1959,21	80,64
211	1954,34	80,70
221	1949,30	80,76
231	1945,61	80,8
241	1942,86	80,83
251	1938,43	80,89
261	1936,47	80,91
271	1933,10	80,95
281	1930,18	80,99
291	1929,52	80,99
301	1928,01	81,01

C. Hasil Perhitungan Berbasis *Ground-truth* Metode Niblack

i. Data 1

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	21067,89	25,95
11	22021,40	24,93
21	20588,56	26,48
31	19124,72	28,18
41	17866,36	29,75
51	16813,30	31,14
61	15941,23	32,37
71	15246,23	33,40
81	14703,42	34,23
91	14287,73	34,89
101	13975,72	35,40
111	13704,01	35,85
121	13473,24	36,24
131	13271,32	36,59
141	13091,05	36,91
151	12927,66	37,20
161	12776,44	37,47
171	12640,25	37,71
181	12529,31	37,92
191	12447,15	38,07
201	12379,84	38,19
211	12326,59	38,29
221	12285,43	38,37
231	12258,31	38,42
241	12233,24	38,47
251	12216,23	38,50
261	12200,73	38,53
271	12183,27	38,56
281	12172,05	38,58
291	12157,03	38,61
301	12140,80	38,64

ii. Data 2

,Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	20880,16	26,16
11	14708,42	34,22
21	10215,76	42,62
31	8431,96	47,04
41	7582,95	49,48
51	7073,75	51,08
61	6752,56	52,15
71	6597,56	52,68
81	6575,44	52,76
91	6633,37	52,56
101	6708,12	52,30
111	6774,97	52,07
121	6827,45	51,90
131	6858,93	51,79
141	6883,41	51,71
151	6899,94	51,65
161	6924,81	51,57
171	6957,26	51,46
181	6995,69	51,34
191	7041,46	51,19
201	7094,16	51,01
211	7151,36	50,83
221	7215,03	50,62
231	7281,73	50,41
241	7350,71	50,20
251	7415,83	49,99
261	7476,85	49,80
271	7538,18	49,62
281	7599,44	49,43
291	7654,36	49,26
301	7703,01	49,12

iii. Data 3

Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	20734,40	26,32
11	14586,51	34,42
21	11068,37	40,77
31	9600,66	44,05
41	8769,16	46,13
51	8411,52	47,09
61	8273,19	47,47
71	8200,92	47,68
81	8173,31	47,75
91	8194,20	47,69
101	8247,25	47,55
111	8307,41	47,38
121	8367,41	47,21
131	8426,08	47,05
141	8486,68	46,89
151	8543,60	46,73
161	8601,33	46,58
171	8665,87	46,41
181	8737,25	46,22
191	8810,74	46,02
201	8886,44	45,83
211	8960,18	45,64
221	9035,62	45,44
231	9112,29	45,25
241	9189,87	45,05
251	9270,53	44,85
261	9346,02	44,67
271	9423,39	44,48
281	9491,85	44,31
291	9553,50	44,16
301	9609,19	44,03

iv. **Data 4**

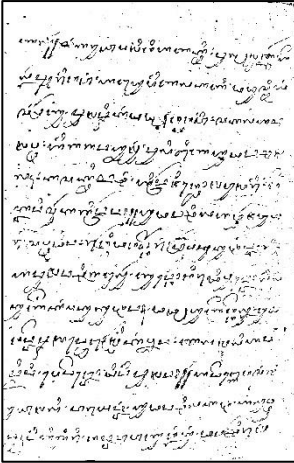
Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	17819,49	29,81
11	12421,81	38,12
21	10290,19	42,45
31	9398,75	44,54
41	8989,40	45,56
51	8804,89	46,04
61	8723,57	46,25
71	8691,70	46,34
81	8767,01	46,14
91	8865,25	45,88
101	8972,67	45,60
111	9081,94	45,33
121	9188,49	45,06
131	9285,80	44,81
141	9376,14	44,59
151	9450,11	44,41
161	9524,33	44,23
171	9609,13	44,03
181	9695,87	43,82
191	9783,37	43,61
201	9862,83	43,43
211	9942,98	43,24
221	10024,65	43,05
231	10112,05	42,85
241	10199,11	42,65
251	10286,22	42,46
261	10371,33	42,27
271	10444,47	42,11
281	10507,13	41,97
291	10560,36	41,85
301	10607,44	41,75

v. **Data 5**

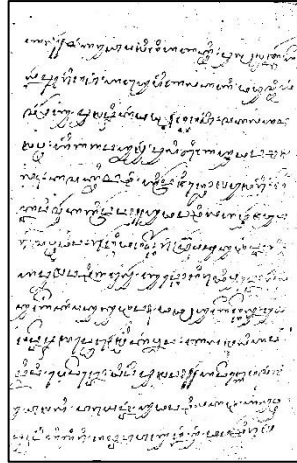
Ukuran Window	MSE	PSNR (dB)
3	19079,95	28,23
11	19711,02	27,48
21	18416,59	29,05
31	17200,71	30,62
41	16125,10	32,11
51	15209,29	33,45
61	14409,80	34,70
71	13702,19	35,86
81	13098,47	36,89
91	12578,14	37,83
101	12145,06	38,63
111	11777,56	39,34
121	11498,79	39,89
131	11293,04	40,31
141	11128,34	40,65
151	10973,77	40,97
161	10825,49	41,28
171	10676,58	41,60
181	10530,12	41,92
191	10384,92	42,24
201	10246,13	42,55
211	10120,53	42,83
221	9999,75	43,11
231	9887,81	43,37
241	9787,90	43,60
251	9703,50	43,80
261	9621,16	44,00
271	9555,01	44,16
281	9487,43	44,32
291	9435,02	44,45
301	9389,16	44,56

A. Percobaan Variasi Ukuran C Metode Mean-C

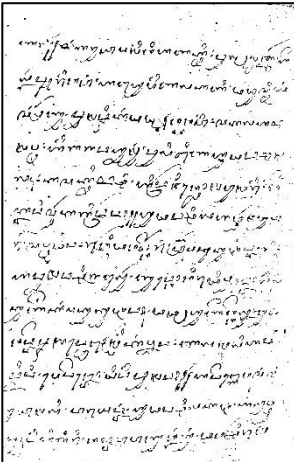
i. Data



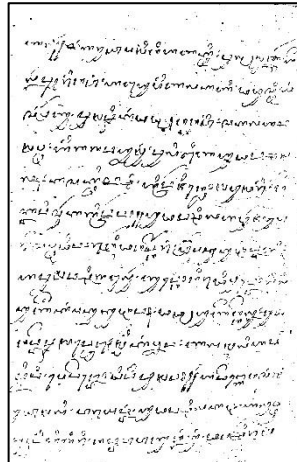
(a)



(b)



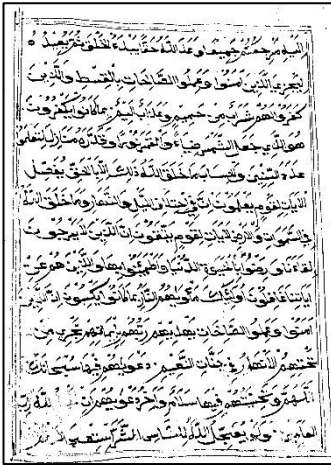
(c)



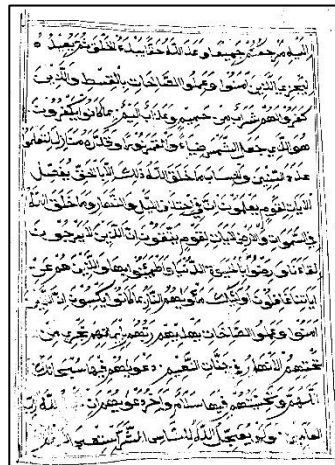
(d)

Lampiran 31 Hasil Segmentasi Variasi c Data Uji Pertama
Metode Mean-c dengan Ukuran (a) 26 (b) 27 (c) 28 (d) 29

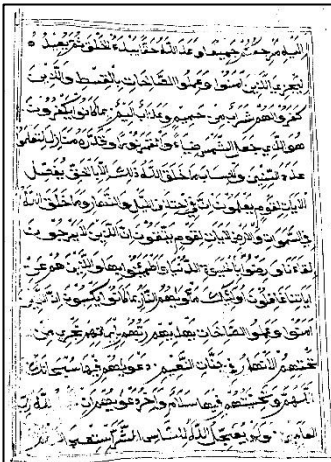
Data 2



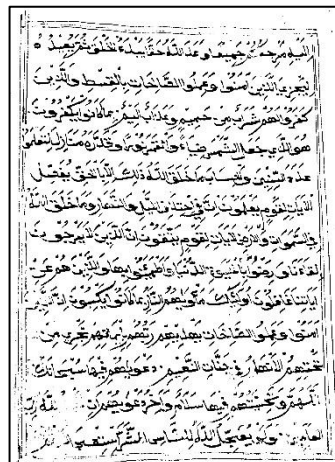
(a)



(b)



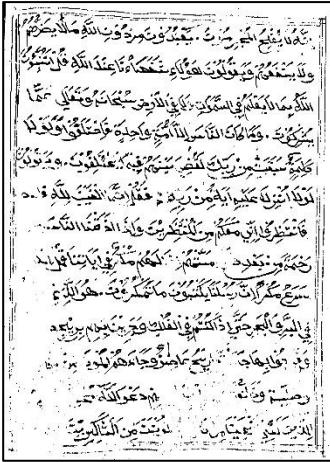
(c)



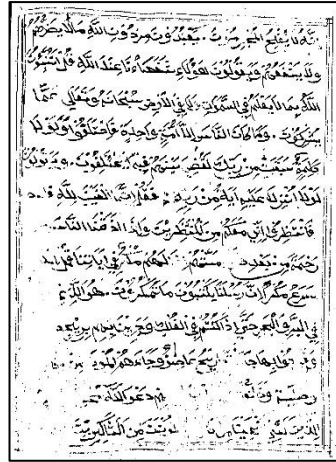
(d)

Lampiran 32 Hasil Segmentasi Variasi c Data Uji Kedua
Metode Mean-c dengan Ukuran (a) 26 (b) 27 (c) 28 (d) 29

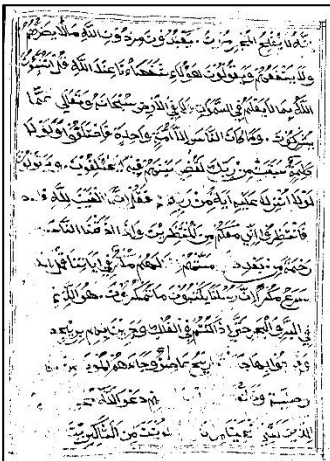
Data 3



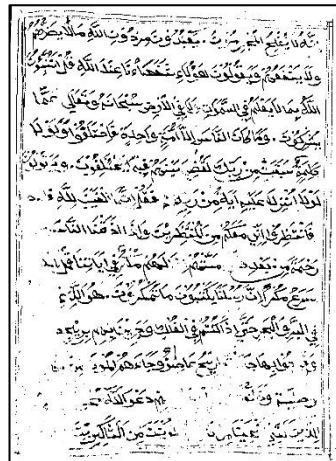
(a)



(b)



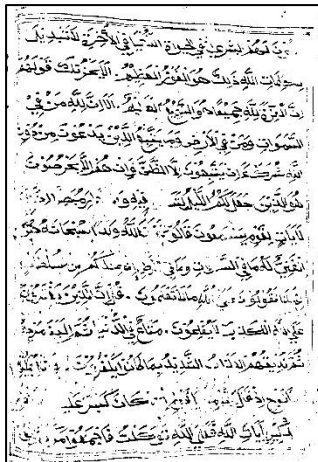
(c)



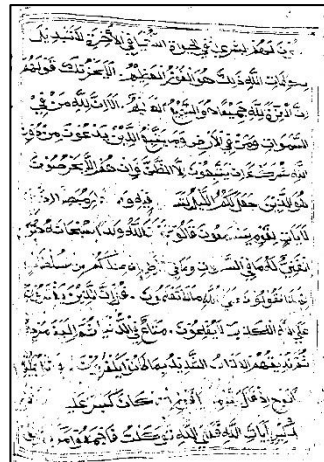
(d)

Lampiran 33 Hasil Segmentasi Variasi c Data Uji Ketiga
Metode Mean-c dengan Ukuran (a) 26 (b) 27 (c) 28 (d) 29

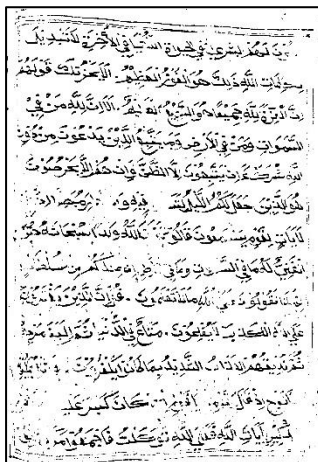
Data 4



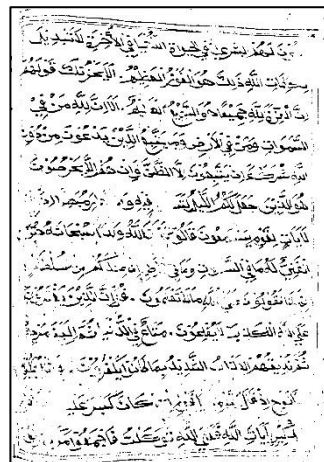
(a)



(b)



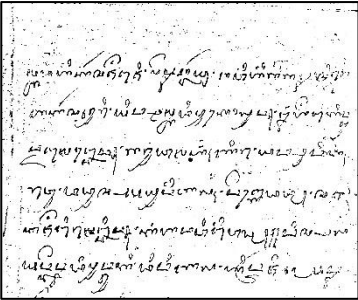
(c)



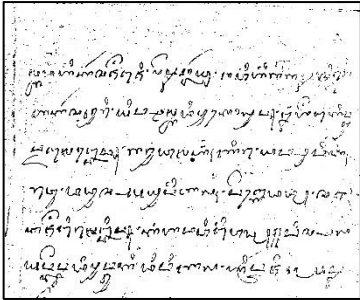
(d)

Lampiran 34 Hasil Segmentasi Variasi c Data Uji Keempat
Metode Mean-c dengan Ukuran (a) 26 (b) 27 (c) 28 (d) 29

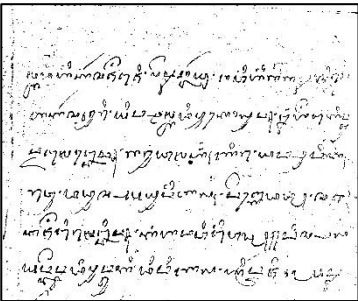
Data 5



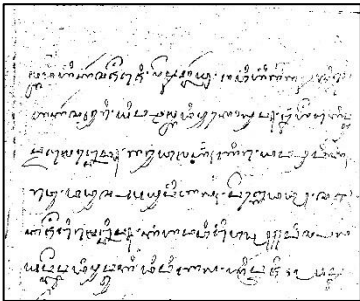
(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 35 Hasil Segmentasi Variasi c Data Uji Kelima
Metode Mean-c dengan Ukuran (a) 30 (b) 31 (c) 32 (d) 33

**Hasil Perhitungan berbasis *Ground-truth* Variasi c Metode Mean-c
Data 1**

Window Size	c	MSE	PSNR
71	2	20191,39	26,93
	3	18268,83	29,23
	4	16491,33	31,59
	5	14868,07	33,98
	6	13411,34	36,35
	7	12112,44	38,70
	8	10965,21	40,99
	9	9971,57	43,17
	10	9115,59	45,24
	11	8388,82	47,15
	12	7773,76	48,91
	13	7264,55	50,47
	14	6838,21	51,86
	15	6488,23	53,07
	16	6203,28	54,10
	17	5971,40	54,98
	18	5784,74	55,71
	19	5636,32	56,31
	20	5517,96	5680
	21	5418,82	57,22
	22	5344,29	57,54
	23	5288,26	57,78
	24	5245,53	5797
	25	5215,87	58,10
	26	5196,06	58,18
	27	5182,52	58,24
	28	5175,72	58,27
	29	5176,58	5827
	30	5180,11	58,25
	31	5189,74	58,21
	32	5201,93	58,16
	33	5217,83	58,09
	34	5235,39	58,01
	35	5257,15	57,91
	36	5280,06	57,81
	37	5305,59	57,70
	38	5331,11	57,59
	39	5361,36	57,46
	40	5394,22	57,32

Data 2

Window Size	c	MSE	PSNR
71	2	10155,15	42,75
	3	9081,87	45,33
	4	8180,21	47,73
	5	7440,60	49,92
	6	6845,99	51,83
	7	6359,29	53,53
	8	5958,31	55,03
	9	5628,68	56,34
	10	5360,18	57,47
	11	5137,42	58,44
	12	4952,50	59,29
	13	4797,27	60,02
	14	4669,30	60,64
	15	4561,87	61,18
	16	4469,92	61,65
	17	4392,82	62,05
	18	4322,49	62,42
	19	4265,81	62,73
	20	4217,49	62,99
	21	4173,96	63,23
	22	4138,00	63,43
	23	4105,18	63,61
	24	4078,26	63,76
	25	4058,56	63,87
	26	4042,45	63,96
	27	4071,15	63,80
	28	4102,41	63,62
	29	4136,96	63,43
	30	4175,35	63,22
	31	4217,60	62,99
	32	4263,67	62,74
	33	4313,97	62,47
	34	4368,97	62,18
	35	4427,85	61,87
	36	4491,52	61,54
	37	4558,41	61,20
	38	4627,90	60,85
	39	4705,31	60,47
	40	4789,15	60,06

Data 3

Window Size	c	MSE	PSNR
71	2	12395,8	38,16
	3	11079,5	40,75
	4	9931,34	43,27
	5	8938,82	45,69
	6	8074,76	48,03
	7	7324,12	50,28
	8	6671,24	52,43
	9	6098,42	54,50
	10	5592,92	56,49
	11	5142,93	58,42
	12	4738,74	60,30
	13	4374,39	62,15
	14	4045,95	63,94
	15	3744,48	65,73
	16	3466,52	67,50
	17	3207,71	69,29
	18	2965,51	71,10
	19	2742,56	72,90
	20	2530,05	74,75
	21	2332,08	76,63
	22	2143,57	78,57
	23	1964,34	80,58
	24	1792,40	82,69
	25	1627,19	84,92
	26	1468,00	87,29
	27	1641,67	84,71
	28	1810,61	82,46
	29	1975,82	80,45
	30	2136,77	78,64
	31	2295,83	76,99
	32	2451,87	75,48
	33	2602,95	74,10
	34	2755,05	72,79
	35	2904,94	71,57
	36	3052,00	70,44
	37	3199,21	69,35
	38	3344,71	68,33
	39	3491,15	67,34
	40	3636,52	66,40

Data 4

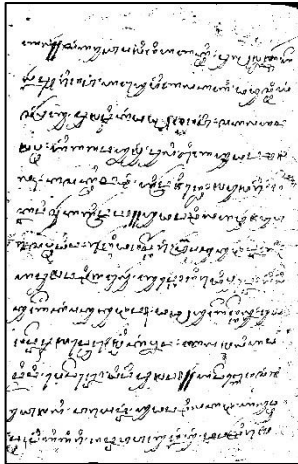
Window Size	c	MSE	PSNR
71	2	13335,3	36,48
	3	12018,3	38,88
	4	10857,7	41,21
	5	9831,40	43,50
	6	8929,17	45,72
	7	8135,30	47,86
	8	7425,30	49,96
	9	6783,93	52,04
	10	6210,87	54,08
	11	5690,27	56,09
	12	5219,63	58,08
	13	4797,79	60,02
	14	4414,75	61,94
	15	4065,44	63,83
	16	3748,70	65,70
	17	3457,48	67,56
	18	3188,87	69,43
	19	2939,33	71,30
	20	2706,76	73,20
	21	2485,52	75,16
	22	2277,69	77,17
	23	2083,18	79,23
	24	1892,23	81,44
	25	1711,10	83,76
	26	1534,74	86,26
	27	1709,00	83,79
	28	1879,73	81,60
	29	2049,87	79,60
	30	2217,20	77,79
	31	2387,53	76,09
	32	2554,02	74,54
	33	2722,10	73,07
	34	2891,75	71,68
	35	3063,74	70,35
	36	3233,68	69,10
	37	3403,83	67,92
	38	3578,10	66,77
	39	3753,64	65,67
	40	3930,97	64,61

Data 5

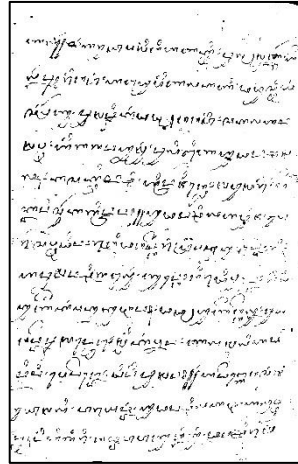
Window Size	c	MSE	PSNR
71	2	19115,5	28,19
	3	17251,7	30,55
	4	15522,1	32,98
	5	13913,9	35,50
	6	12452,8	38,06
	7	11131,3	40,64
	8	9937,41	43,25
	9	8872,74	45,86
	10	7919,51	48,48
	11	7075,33	51,07
	12	6327,50	53,65
	13	5667,24	56,18
	14	5086,12	58,68
	15	4568,28	61,15
	16	4123,98	63,50
	17	3732,09	65,80
	18	3392,42	68,00
	19	3093,40	70,13
	20	2832,20	72,16
	21	2604,36	74,09
	22	2403,98	75,93
	23	2230,24	77,66
	24	2077,72	79,29
	25	1943,94	80,82
	26	1827,28	82,25
	27	1787,05	82,76
	28	1757,40	83,14
	29	1741,14	83,36
	30	1733,77	83,46
	31	1736,13	83,43
	32	1745,04	83,31
	33	1761,03	83,10
	34	1785,28	82,78
	35	1814,26	82,41
	36	1846,93	82,00
	37	1884,79	81,53
	38	1926,51	81,03
	39	1968,68	80,53
	40	2014,81	80,00

Percobaan Variasi k Metode Sauvola

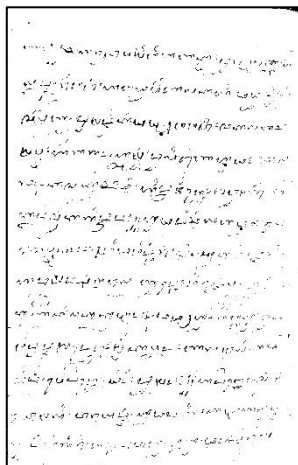
Data 1



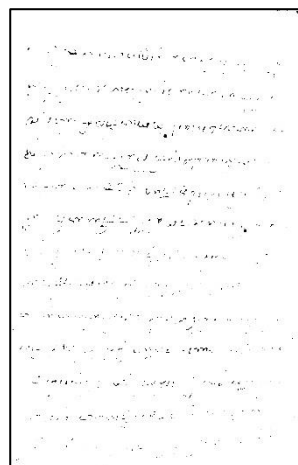
(a)



(b)



(c)



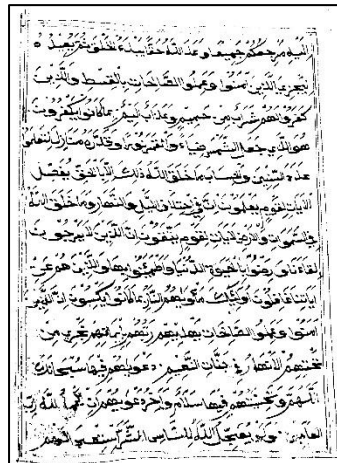
(d)

Lampiran 36 Hasil Segmentasi Variasi k Data Uji Pertama Metode Sauvola dengan Ukuran (a) 0,2 (b) 0,3 (c) 0,4 (d) 0,5

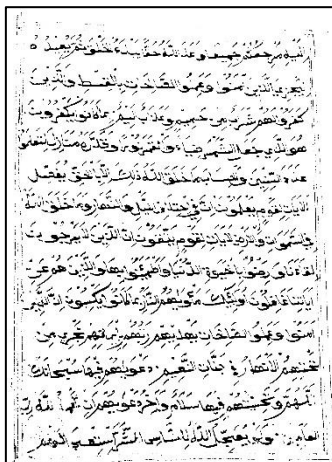
Data 2



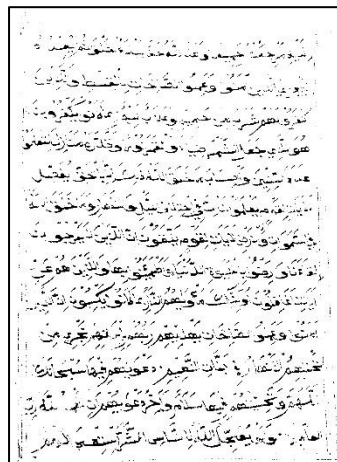
(a)



(b)



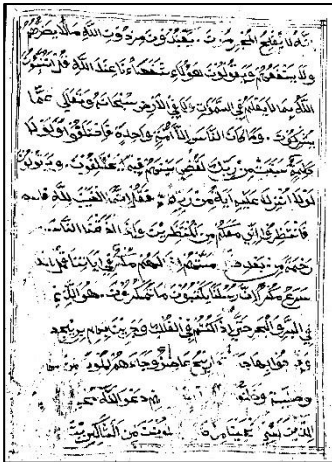
(c)



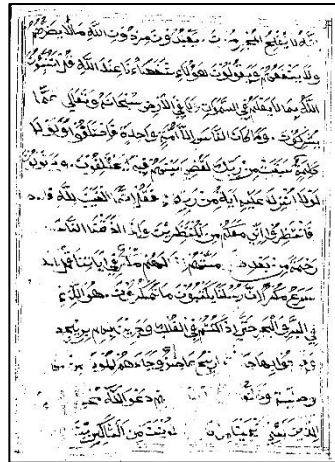
(d)

Lampiran 37 Hasil Segmentasi Variasi k Data Uji Kedua
Metode Sauvola dengan Ukuran (a) 0,2 (b) 0,3 (c) 0,4 (d) 0,5

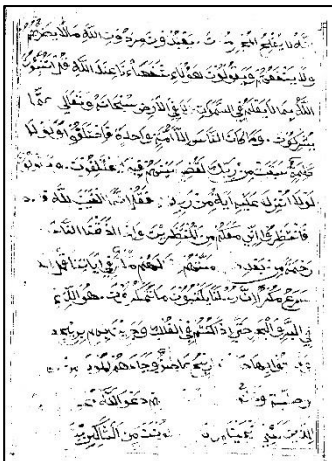
Data 3



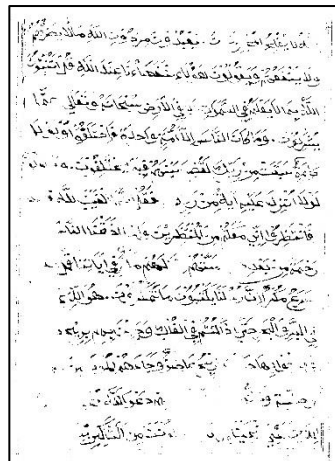
(a)



(b)



(c)



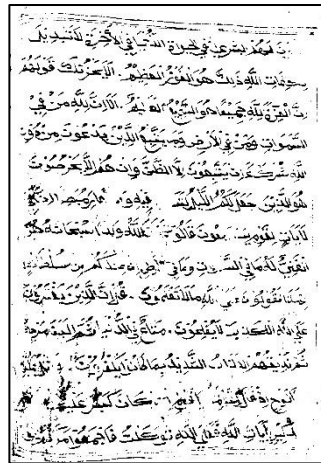
(d)

Lampiran 38 Hasil Segmentasi Variasi k Data Uji Ketiga
Metode Sauvola dengan Ukuran (a) 0,2 (b) 0,3 (c) 0,4 (d) 0,5

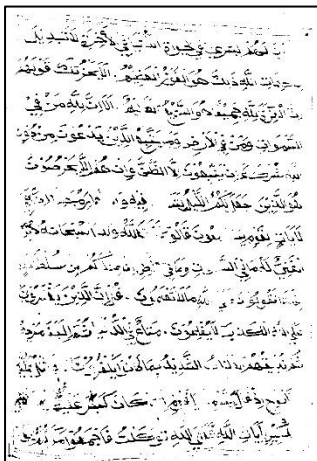
Data 4



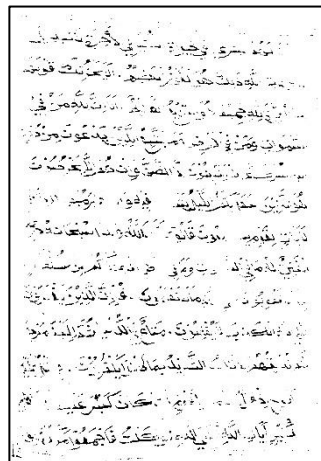
(a)



(b)



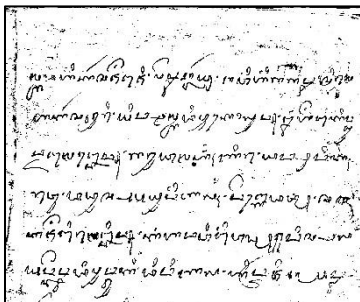
(c)



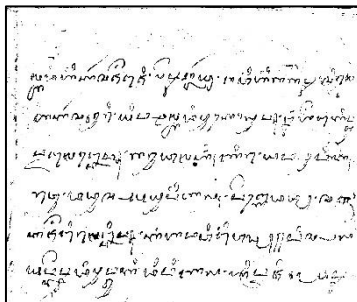
(d)

Lampiran 39 Hasil Segmentasi Variasi k Data Uji Keempat
Metode Sauvola dengan Ukuran (a) 0,2 (b) 0,3 (c) 0,4 (d) 0,5

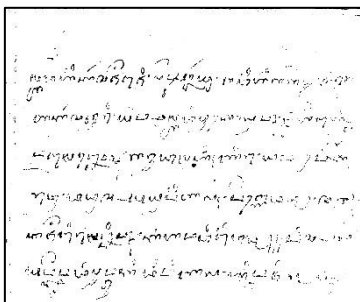
Data 5



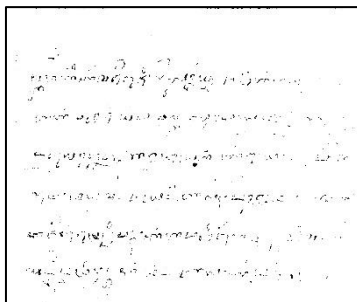
(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 40 Hasil Segmentasi Variasi k Data Uji Kelima
Metode Sauvola dengan Ukuran (a) 0,2 (b) 0,3 (c) 0,4 (d) 0,5

BIOGRAFI PENULIS



Kiki Fatimah, lahir di Tulungagung pada tanggal 29 September 1996. Mengawali sekolah di TK AL-Muttaqin kemudian melanjutkan ke tingkat sekolah dasar di SDN BAGO 2, Tahun 2008 melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Tulungagung kemudian masuk SMA Negeri 1 Kedungwaru pada tahun 2011 hingga lulus di tahun 2014. Waktu SMA, suka dengan pelajaran TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) sehingga memilih jurusan Teknik Komputer yang awalnya bernama Teknik Multimedia dan Jaringan. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif ikut di beberapa kepanitiaan di Jurusan dan organisasi. Hidup adalah tentang mencari jati diri, mencoba mengenali siap diri kita dan apa yang kita inginkan selama menjalani kehidupan. Selama empat tahun menjalani perkuliahan ini, banyak hal yang dipelajari oleh penulis. *“Once you’ve started down that road to self-discovery, no matter how treacherous the path before you, you can’t turn back. The universe doesn’t allow it.” Lisa Unger*